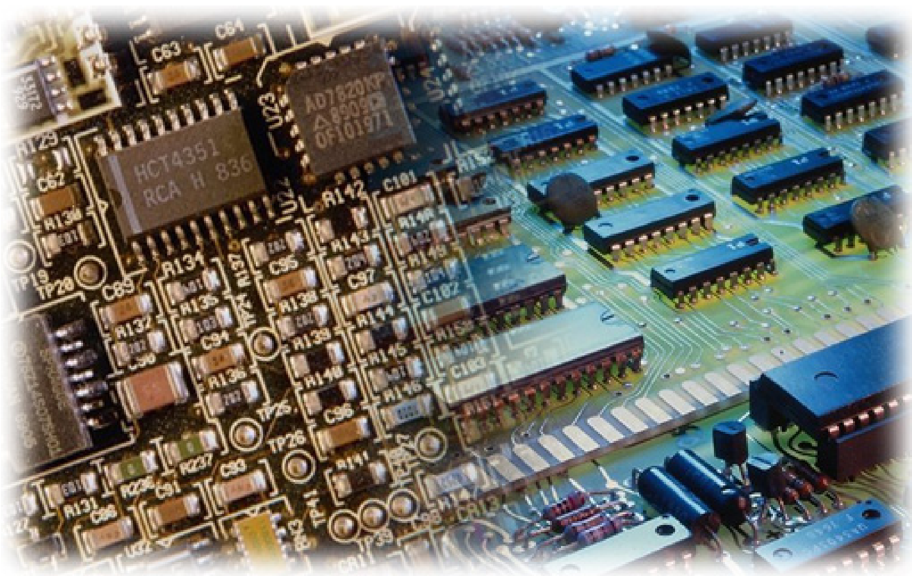
المملكـة العربيــة السـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

قررت المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني تدريس هذه الحقيبة في " المعاهد الثانوية الفنية "

الإلكترونيات

دوائر وأجهزة الكترونية

الصف الثاني



نسخة أولية ١٤٢٥هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " دوائر وأجهزة إلكترونية " لمتدربي قسم" الإلكترونيات " للمعاهد الفنية للمراقبين الفنيين موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

مما لاشك فيه أن هذه الحضارة المزدهرة التي تعيشها المملكة العربية السعودية ما كان لها أن تتحقق لولا أنها قامت على أسس ثابتة وراسخة يأتي في مقدمتها الأيمان بالله ورسوله (صلى الله علية وسلم) ثم اهتمام قادة المملكة بالعلم وإيمانهم الراسخ بأهميته في تقدم الامم، وثالث هذه الأسس هو الاستفادة من العلوم الحديثة والأخذ بأسباب التقنية المتطورة.

والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني أنشئت من أجل أهداف محددة وواضحة، أهمها تخريج مساعد فني مؤهل للعمل في سوق العمل ومسلحين بالإيمان بالله والثقة بالنفس، ولتحقيق ذلك كان لابد من تخطيط دقيق ودراسة جدية لحاجة سوق العمل.

واننا إذ نقدم هذا المنهج (دوائر واجهزة إلكترونية) للصف الثاني لطلاب المعاهد الثانوية الصناعيه مسايراً للخطط التطويرية الشاملة للمناهج، نأمل ان يقدم هذا المنهج المعارف الاساسية المطلوبة. وتمشياً مع احتياجات الطالب وقدراته في هذه المرحلة فقد تم تناول موضوعات هذا المنهج بشي من التبسيط الذي لايخل بالمضمون.

وختاماً فإنني اتوجة إلى الله العلي القدير أن يجزي كل من أسهم في إعداد هذا المنهج خيراً وأن يوفق أبناءنا الطلاب لخدمة دينهم ومليكهم ووطنهم وأن يوفق إخواننا المدربين إلى الأخذ بأيدي أبنائهم والحرص على إفادتهم، وأن يجعل أعمالنا خالصة لوجهه الكريم إنه سميع الدعاء.

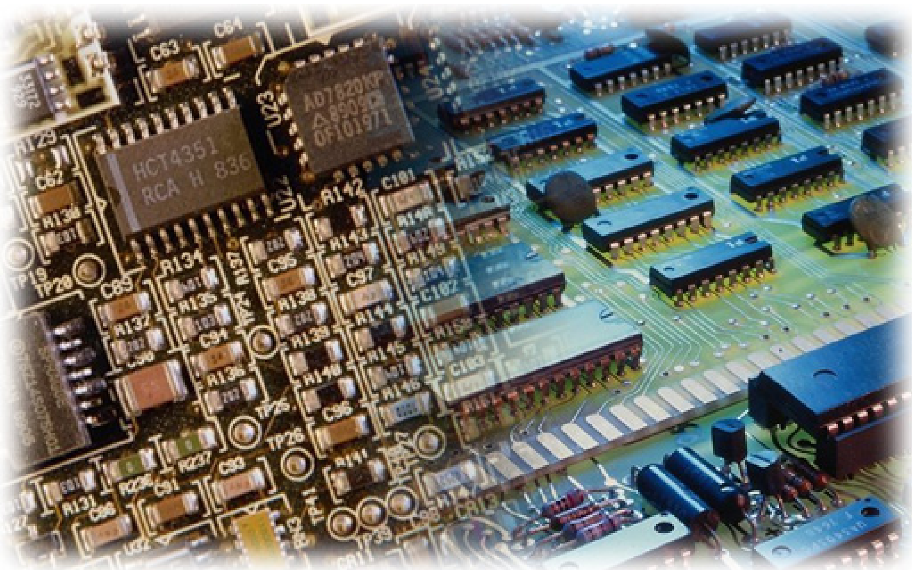
المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

دوائر وأجهزة الكترونية

مكبر العمليات

مكبر العمليات

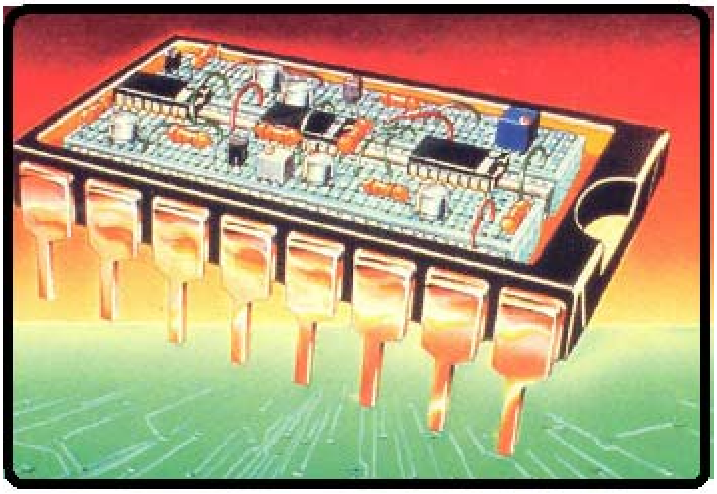
١



مكبر العمليات
OPERATIONAL AMPLIFIER

عند ما يكتمل هذا الباب يكون الطالب لديه القدرة على معرفة مايلي :

- ✓ معرفة خواص المكبر التشغيلي.
- ✓ معرفة أنواع المكبرات (مكبر عاكس ، غير عاكس ، مكبرجامع ، مكبرطارح ، المقارن .
- ✓ معرفة استخدام مقوم التيار باستخدام المكبر التشغيلي .
- ✓ القيام بتطبق ماسبق عملياً في المختبر.
- ✓ معرفة كيفية توليد الاشارة بواسطة مكبر العمليات (المكبر التشغيلي) .
- ✓ معرفة أنواع المرشحات (منخفضة التردد ، عالية التردد).
- ✓ معرفة مميزات المرشحات الفعالة .
- ✓ عمل تجربة عن المرشحات ذات امرار فعال وتردد منخفض وتردد عالٍ وأخذ النتائج عليها .



المكبر التشغيلي
OPERATIONAL AMPLIFIER

يختصر اسم المكبر التشغيلي في اللغة الإنجلينزية إلى (OP – Amp) وهويعتبر تقريباً من أشهر الدوائر المتكاملة وأكثرها استخداماً في كثير من الدوائر الإلكترونية المستخدمة في هذه الايام . كما نعلم فإن الدوائر المتكاملة (Integrated Circuit (I . C عبارة عن نظام إلكتروني كامل مبني في وحدة أو رقيقة واحدة لتأدية مهمة معينة ولقد تم اختراع مكبر العمليات (Operational Amplifier) خلال الحرب العالمية الثانية في الأربعينيات ومكبر العمليات هو إحدى هذة الدوائر ولقد سمي بمكبر العمليات لكثرة العمليات التي يستخدم فيها وهو مكبر ذو كسب عالٍ جداً يعمل على ترددات من صفر هيرتز (DC) وحتى ترددات عالية (ميجاهيرتز) وأهم مميزاته أنه يمكن التحكم في خواصه بتوصيل عناصر خارجية غير فعالة (passive elements) تربط بين الخرج والدخل وهو مايسمى بالتغذية العكسية .

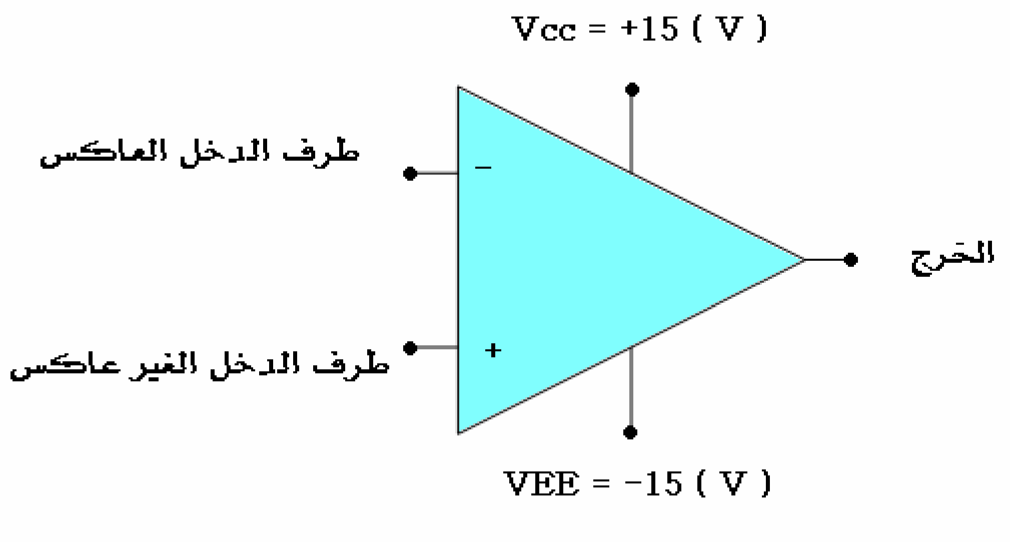
وعملياً أصبح للمكبرات التشغيلية تأثيراً هائلاً في تصميم الدوائر الخطية (التناظرية) فهي تستخدم في العمليات الحسابية كالجمع والطرح والتفاضل والتكامل وبذلك فهي عصب الكمبيوتر التناظري .
وتستخدم أيضاً في مكبرات الصوت والصورة وفي إلكترونيات الاتصالات وتستخدم في التحكم وتستخدم أيضاً في المذبذبات والمرشحات وكذلك في دوائر تنظيم الجهد . ويمكن القول بان المكبرات التشغيلية أصبحت تستخدم في كل أفرع الإلكترونيات التناظرية والرقمية .

ولأن مراحل مكبر العمليات تربط بواسطة الربط المباشر بالاضافة إلى أن أول مرحلة على الأقل من مكبر العمليات عبارة عن مكبر تفاضلي لذلك لانحتاج لاستعمال مكثفات ربط أو تمرير في دائرة مكبر العمليات الداخلية ولذالك فإن مكبر العمليات مناسب جداً لكي يصنع بطريقة الدوائر المتكاملة أحادية البلورة (المونوليثك) والتي يسهل تكاملها على شريحة واحدة . وبسبب الربط المباشر بين مراحل مكبر العمليات فهذا يسمح لمكبر العمليات أن يعمل مع ترددات تصل للصفر . أضف إلى ذلك فإن أول مراحل المكبر التشغيلي عبارة عن مكبر تفاضلي لذلك فإن للمكبر التشغيلي اهم مميزات المكبر التفاضلي (الفرقي) وهو رفض الأسلوب المشترك أو نبذ المواد المشتركة المعروفة باسم (common mode rejection) ورفض أو نبذ المواد المشتركة يعبر عن مقدرة المبر على التخلص من أومنع الإشارات غير المرغوب فيها والتي تسمى ضوضاء أو شرشرة (noise) والتي يسببها المجال الكهرومغناطيسي الناتج عن مصابيح النيون أو البرق أوالمحركات الكهربية أو بسبب أسلاك التوصيل الخارجية وكذلك الضوضاء الناتجة عن التموجات في مصدر الجهد وخلافة. وسوف نقوم بدراسة مكبر

العمليات كنظام كامل مغلق للتعرف على أطرافه وخواصه وتطبيقاته دون الدخول في تفاصيل تركيبه الداخلي لأن ذلك يحتاج إلى الكثير من الوقت والخلفية الجيدة في مجال الإلكترونيات .

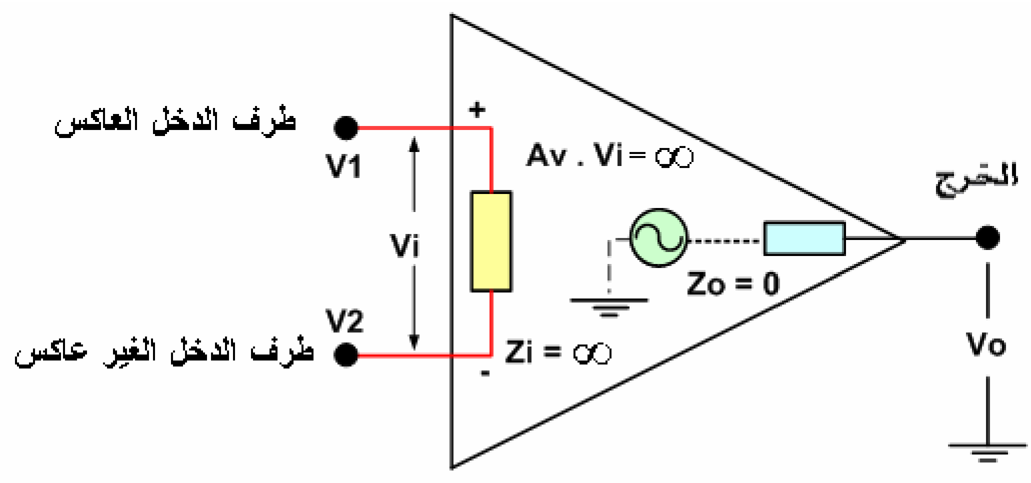
إن مكبر العمليات هو نظام إلكتروني له دخلين (V1 – V2) وخرج واحد فقط (Vo) وعادة نحتاج إلى مصدري جهد أحدهما يعطي جهداً مستمراً موجباً (+15 V) والآخر يعطي جهداً سالباً (-15V) .

ويتم تمثيل مكبر العمليات بالرمزالأكثر استخداماً و المبين في الشكل (1 – 1) .



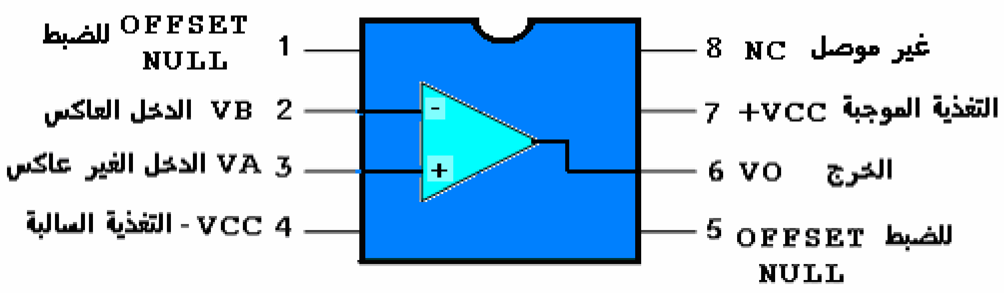
الشكل ١-١ رمز المكبر التشغيلي OP. AMP

الدائرة المكافئة لمكبر العمليات :



الشكل ١ - ٢ يبين الدائرة المكافئة لمكبر التشغيلي OP AMP

في الشكل (١ - ٣) يبين مخطط الدبابيس للمكبر التشغيلي (741) ثنائي الخطوط .



الشكل ١ - ٣ يبين مخطط الدبابيس للمكبر التشغيلي (741)

لاحظ أنه في مخطط الدبابيس يوجد طرفان هما ± offsetnull وذلك لضبط فولتية موازنة الإدخال وذلك لجعل جهد الخرج يساوي صفراً حيث إنه عملياً يكون خرج المكبر ذو قيمة للجهد بالملي فولت رغم عدم تطبيق أي جهد على أي من طرفي الدخل . وسوف نتعرض لذلك فيما بعد لعمل الموازنة . كما أن الدائرة المكافئة له موضحة أيضاً في الشكل(١ -٢).

مميزات المكبر التشغيلي :

المكبر التشغيلي له مميزات يمكن حصرها في النقاط التالية.

١) له كسب جهد عالٍ جداً.
٢) رخيص الثمن ، صغير الحجم ، يستهلك قدرة صغيرة لأنه يصنع في دائرة متكاملة .
٣) أهم مميزاته أنه يمكن التحكم في كسب الجهد وعرض التردد للمكبر حسب الحاجة وذلك بربط مقاومات خارجية مع المكبر التشغيلي .
٤) تعدد استخداماته حيث يستخدم في كافة العمليات الحسابية مثل الجمع والطرح ، والمقارنة، والتفاضل وغيرها . وكذلك يستخدم في المذبذبات ودوائر تنظيم الجهد وفي أنظمة التحكم والاتصالات وغير ذلك ....

الخواص الأساسية للمكبر التشغيلي (Characteristics of op . amp)

عندما نتكلم عن خواص مكبر العمليات فسوف نفرق بين مكبر العمليات المثالي ومكبر العمليات غير المثالي مع العلم أن المكبر المثالي لايمكن بناؤه على الإطلاق . ويمكن تلخيصها كما يلي

أ - الخواص المثالية للمكبر (Ideal properties) :

١) كسب الجهد للمسار المفتوح يساوي مالا نهاية AVOL =C .

٢) مقاومة الدخل تساوي مالانهاية Rin = ∞ .

٣) مقاومة الخرج تساوي صفر RO = 0 .

٤) له حيز ترددات غير محدود (يساوي مالانهاية) B = ∞ .

٥) نسبة رفض (نبذ) الأسلوب المشترك تساوي مالانهاية CNMMR = ∞ .

٦) خواصه (معاملاته) لاتتأثر بتغيرات درجة الحرارة .

ب - الخواص العملية للمكبر التشغيلي :

١) كسب الجهد للمسار المفتوح كبير جداً حوالي AVOL > 100 000 .

٢) مقاومة الدخل كبيرة جداً Rin >200KΩ .

٣) حيز الترددات كبير جداً .

٤) نسبة رفض الأسلوب المشترك كبير جداً CMMR = 90 Db .

٥) أهم خواصه يمكن التحكم في معاملاته عن طريق العناصر الخارجية الموصلة معه .

وكما ذكرنا يوجد العديد من أنواع المكبرات التشغيلية منها μA 708 وأشهرها المكبر التشغيلي 741 والذي له الخواص العملية الآتية نقلاً من جدول البيانات .

١) كسب المسار المفتوح AVOL > 200 000 .

٢) مقاومة الدخل Rin = 2 MΩ .

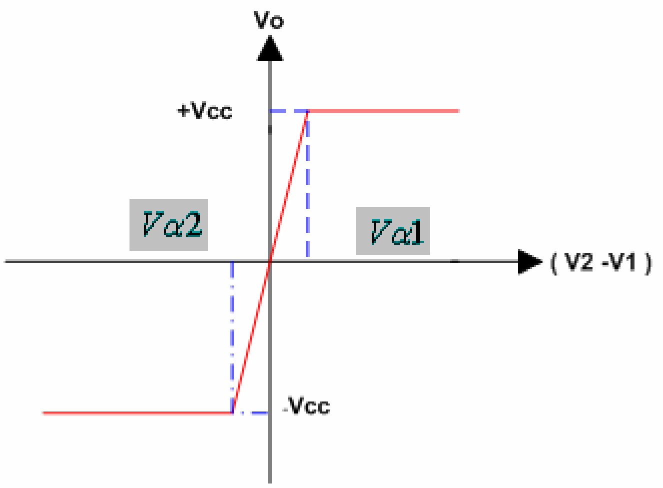
٣) RO = 75Ω .

٤) CMMR = 90 Db .

مميزات مكبر العمليات :

ويمتاز مكبر العمليات بأن خرجه (Vo) يتغير تغيراً خطياً بالنسبة لتغير الفرق بين الدخلين (V1 – V2) كما هو مبين في الشكل (1 – 4) ومن هذا الشكل نلاحظ أن (Vo) يتغير خطياًمع (V1 – V2) طالما أن الأخير قيمته صغيرة جداً وبين V_{a1} و V_{a2} ولاحظ أن قيمة كل من V_{a1} و V_{a2} صغيرة جداً (حوالي واحد مللي فولت). أما اذا زاد الفرق (V1 – V2) عن V_{a1} أو V_{a2} خرج المكبر يصل إلى

درجة التشبع ويثبت عند قيمة جهد المصدر الخاص به وهو إما (+15V أو -15V) وذلك على حسب إشارة (V1 – V2) .



الشكل ١ - ٤ يبين العلاقة الخطية لمكبر العمليات OP AMP

إن الفرق بين قيمة كل من الجهدين (V1 – V2) لمكبر العمليات الموجود على طرفي الدخل مضروباً في معامل التكبير لهذا المكبر (Vo) ويمكن كتابة هذا الخرج بالمعادلة التالية :.

$$VO = AO (V2 – V1) \longrightarrow 1$$

في المعادلة رقم 1 إذا وضعنا V1 = 0 فإن الخرج يصبح :.

$$VO = AO * V2 \longrightarrow 2$$

أما إذا وضعنا V2 = 0 فإن الخرج يصبح :.

$$VO = - AO * V1 \longrightarrow 3$$

المعادلتين (2) ، (3) معناهما أن أي جهد موجب على الطرف (V2) يعطي في الخرج جهداً موجباً ، أما المعادلة رقم (3) فمعناها أن أي جهد موجب على الدخل (V1) فإنه يعطي جهداً سالباً في الخرج نتيجة لوجود الاشارة السالبة . لذلك فإن الدخل (V1) عادة يسمى الدخل العاكس (Inverting) والدخل (V2)يسمى الدخل غير العاكس (Nan Inverting) وكمانعلم فإن كل نوع من أنواع التطبيقات يحتاج إلى معامل تكبير معين وكما رأينا فإن مكبر العمليات له معامل تكبير محدود وكبير جداً وغير قابل للتغيير . وللتغلب على ذللك فإنه من الضروري إضافة بعض المكونات الخارجية مثل المقاومات والمكثفات على حسب التطبيق التي سوف يستخدم فيها مكبر العمليات . مثل المكبر العاكس ، والمكبر غير العاكس ، والجامع ، والطارح (الفرق) ، والمكامل ، والمفاضل ، وأيضاً في دوائر المذبذبات ومولدات الموجات المربعة والمثلثة ، وكذلك في دوائر المرشحات الفعالة بأنواعها. وفيما يلي سوف ندرس بعض هذة التطبيقات.

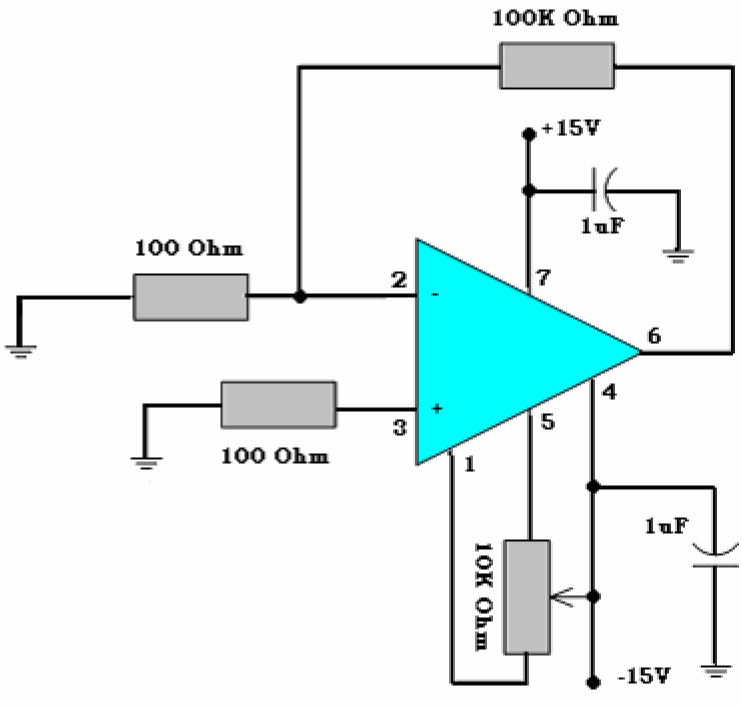
جهد موازنة (اتزان) الدخل : input offset voltage

عند توصيل طرفي دخل المكبر التشغيلي بالأرض يجب أن يكون جهد خرج المكبر يساوي صفر، ولكن عملياً لايكون الخرج مساوياً للصفر بل يساوي بضعة مللي فولت. وذلك بسبب عدم التوافق الداخلي لمكونات المكبر.

ويعرف جهد موازنة الدخل Vos بأنه جهد الدخل الفارق (الجهد المستمر) اللازم لجعل جهد خرج المكبر يساوي صفر. ونموذجياً يساوي 1mv وللمكبر 741 هذا الجهد يساوي 5mv .

ضبط الدخل للحصول على جهد خرج يساوي صفراً للمكبر التشغيلي :

يوجد لبعض المكبرات التشغيلية مثل المكبر 741 طرفي موازنة جهد وهما الطرف 1 والطرف 5 ويمكن توصيل مقاومة متغيرة بين طرفي موازنة الجهد وتوصيل منزلق المقاومة بجهد مصدر مستمر كما في الشكل (١ – ٤ – أ) . ولضبط جهد الخرج على الجهد صفر يوصل دخلي المكبر (العاكس وغير العاكس) بالأرض ثم يحرك المنزلق حتى يصبح جهد الخرج مساوياً للصفر.



الشكل (١ - ٤ - أ)

تراوح جهد (فولتية) الاخراج :

مثالياً يساوي الفرق بين جهدي مصدر التغذية ، ويعرف بأنه أقصى تراوح مسموح به في جهد الخرج،

وعملياً يكون أقل من جهد مصدري التغذية بواحد أواثنين فولت .

في مكبر التشغيلي 741 إذاكان Vcc = +15 v ، VEE = -15v فإن التراوح يكون Vo = ± 14 v أي أن جهد الخرج يستطيع أن يتراوح مابين 14 v – إلى 14 v + .

الخلاصة:

١. مكبر العمليات عبارة عن مكبر له كسب عالٍ جداً ومقاومة دخل كبيرة جداً ومقاومة خرج صغيرة جداً .
٢. ولأن مكبر العمليات يستعمل الربط المباشر داخلياً ، فإنه يمكن اعتباره مكبر مستمر .
٣. لمكبر العمليات طرفين للدخل أحدهما للدخل العاكس، والآخر للدخل غير العاكس .
٤. مكبر العمليات لايستخدم في دائرة مفتوحة (عدا دائرة المقارن) أي أن مكبر العمليات توصل معه دائماً مكونات خارجية .
٥. من أهم مميزات مكبر العمليات أنه يمكن التحكم في خصائصه أومعاملاته (مثل معامل التكبير – التردد ....) وذلك عن طرق العناصر الخارجية الموصلة معه .
٦. بأي حال لن تحصل على جهد خرج من مكبر العمليات أكبر من جهد التغذية VCC ± .
٧. يلزم لمكبر العمليات مصدرين للتغذية (سالب ، موجب) .
٨. الرسم التخطيطي لمكبر العمليات وكذلك خصائصه يتم تجهيزها بواسطة المصنع أي أن المصنع هو الذي يزودنا بخصائص ومعاملات المكبر الذي يصنعه .

الاسئلة:

س١ . اذكر مميزات المكبر التشغيلي op . amp ؟

س٢ . أكمل :مكبر العمليات (التشغيلي) op . amp هو مكبر ذو كسب .... ومقاومة
إدخال .... ومقاومة خرج ....

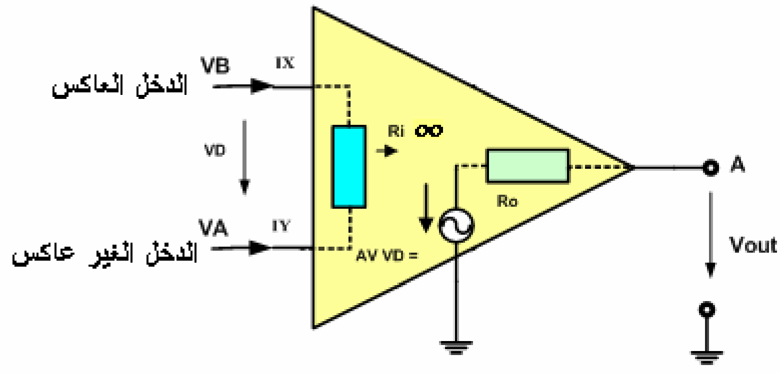
س٣ . ارسم رمز المكبر التشغيلي مع كتابة ثلاث من الخصائص العمليةللمكبر التشغيلي ؟

أساسيات تصميم دوائر مكبر العمليات :

يوجد قاعدتان أساسيتان في غاية الأهمية لتبسيط تصميم دوائر مكبر العمليات هما :

أ - القاعدة الاولى:

لايدخل أي تيار داخل المكبر بمعنى أن طرفي دخل المكبر لا يسحبان أي تيار(وذلك لأن مقاومة الدخل للمكبر كبيرة جداً) $IX = 0$ ، $IY = 0$.



ب - القاعدة الثانية:

الجهد عند الدخل العاكس (عندالنقطة A) يساوي الجهد عند الدخل غير العاكس (النقطة B) $VA = VB$. أي ان الجهد بين طرفي الدخل أو فرق الجهدبين طرفي الدخل يساوي صفر 0 $VD = VA - VB \rightarrow 0$ $VD \rightarrow 0$

التجربة (الاولى)

ضبط الصفر لمكبر العمليات

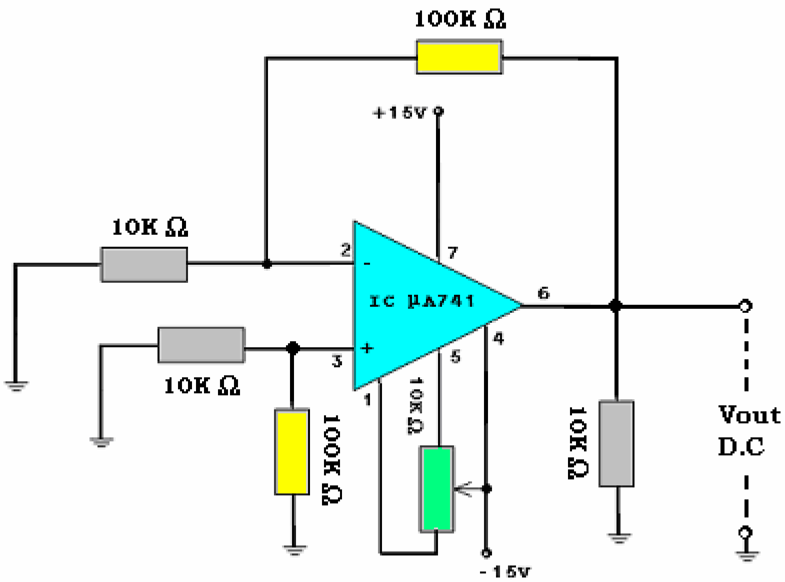
(Experiment for input offset voltage)

الدائرة العملية لضبط الدخل للمكبر التشغيلي للحصول على جهد يساوي صفر :

الهدف من التجربة : ضبط الصفر لخرج مكبر العمليات بواسطة بعض العناصر .

الأجهزة والعناصرالمستخدمة :

- ✓ لوحة توصيل .
- ✓ مصدر جهد مستمر لتغذية المكبر $\pm 15V - DC$.
- ✓ مكبر العمليات 741 .
- ✓ جهاز فولتميتر DC .
- ✓ مقاومات نصف وات (10KΩ X 3 - 100KΩ X 2 – RV1 10KΩ) .



الشكل (1 - 5) الدائرة العملية لضبط الصفر لمكبر العمليات 741

خطوات التجربة :

١) وصل الدائرة الموضحة في الشكل (١ – ٥) .

٢) قم بتغذية الدائرة العملية بواسطة مصدر القدرة بمقدار ($\pm 15V - DC$) .

٣) أقصر الدخلين (vin1 و vin2) بالأرضي .

٤) غير ضابط الإزاحة إلى أن تصبح الفولتية المستمرة عند الخرج مساوية للصفر بواسطة المقاومة المتغيرة ، اختبر ذلك بواسطة جهاز القياس .

٥) المكبر التشغيلي مستعد الأن للاستخدام .

يوجد لبعض المكبرات التشغيلية مثل (741) طرفي موازنة جهد (الارجل 1.5) ويمكن توصيل مقاومة متغيرة بين طرفي موازنة الجهد وتوصل منزلق المقاومة بجهد مصدر مستمر كما هو موضح في الشكل(١ - ٥) .

ولضبط جهد الخرج على الجهد صفر يوصل داخلي المكبر بالأرضي ثم يحرك المقاومة المنزلقة حتى يصبح جهد الخرج مساوياً للصفر.

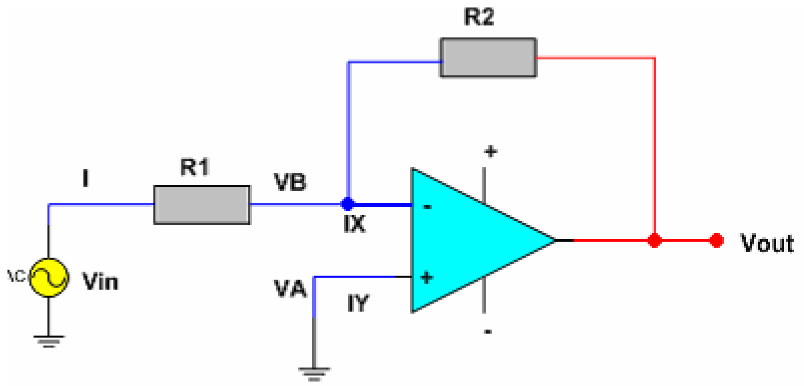
ملاحظة :

تعتمد قيمة المقاومة المتغيرة على نوع المكبر ، والشركة المنتجة هي التي تحدد هذه المقاومة. وللمكبر 741 توصل مقاومة $10K\Omega$ وجهد مصدر سالب .

دائرة المكـبر العاكـس

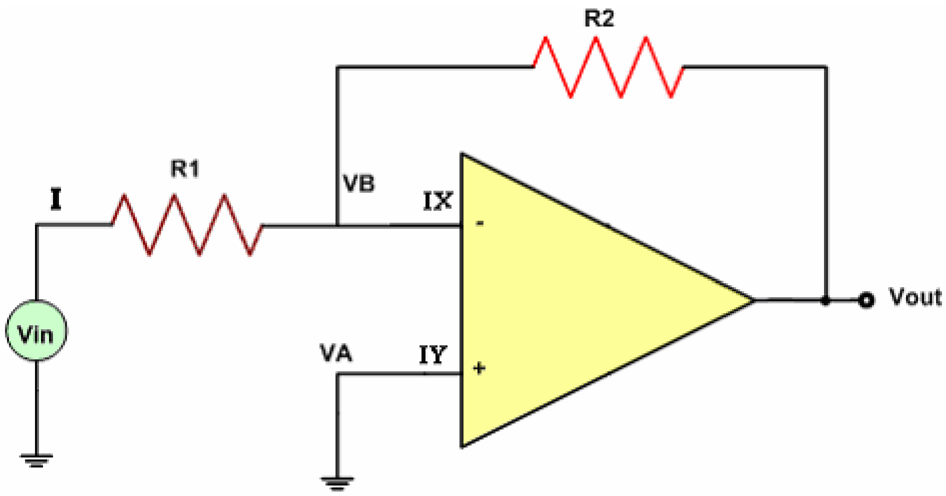
(Inverting Amplifier)

الدائرة الأساسية:



الشكل (1-6) يبين دائرة المكبر العاكس

المكبر العاكس دائرة شائعة الاستخدام للمكبر التشغيلي و يوضح الشكل (١ -٦) دائرة المكبر العاكس، حيث تطبق الإشارة على الطرف العاكس ويتصل الطرف غير العاكس بالأرضي، وتتصل مقاومة بين خرج ودخل المكبر لتحقيق مايسمى بالتغذية العكسية (الراجعة) السالبة.



الشكل (١ – ٧) يبين التغذية العكسية

التغذية العكسية السالبة : Negative Feed Back

كما ذكرنا عادة لايستخدم المكبر التشغيلي في دائرة مفتوحة (Open Circuit). وتتحقق التغذية العكسية السالبة للمكبر التشغيلي بأخذ جزء من إشارة الخرج وإعادتها إلى الدخل العاكس للمكبرInverting input كما في الشكل (١ -٧) حيث إن المقاومة R2 هي مقاومة التغذية العكسية والتي تصل بين خرج ودخل العاكس للمكبر ، وعلى الرغم من أن التغذية العكسية للمكبر

تضحي بالكسب العالي للمكبر (كسب المسار المفتوح) إلا أنها تحسن من أداء المكبر وتحقق المميزات المهمة الآتية :

١) تحقيق استقرار الكسب بدرجة كبيرة(Gain Stability) حيث يعتمد الكسب النهائي على عناصر التغذية العكسية .

٢) تحسين ممانعة الدخل والخرج وذلك لأنه يمكن تثبيتهما واختبارهما بناءً على التصميم.

٣) توسيع عرض حزمة التردد Band Width .

٤) تقليل التشوية غير الخطي (النسبة المئوية لتشويه التوافقات harmonic distortion)

الأرضي الظاهري : Virtual Ground

في دائرة المكبر العاكس السابقة شكل (١ - ٧) توصل إشارة الدخل بالطرف العاكس (-) خلال المقاومة R1 ، ومقاومة التغذية العكسية R2 توصل بين الخرج والدخل العاكس ويتصل الطرف غير العاكس (+) بالأرضي.

ومن القاعدة الثانية للتصميم، فإن الجهد عند النقطة A يساوي الجهد عند النقطة B يعني(VA = VB). وبما ان النقطة A تتصل بالارضي (Ground) لذلك يكون جهد النقطة B يساوي صفر تقريباً ، وذلك مايسمى بالارضي الظاهري Virtual Ground أي يمكن اعتبار النقطة B (الدخل العاكس) مثل نقطة الأرضي، وذلك لأن الجهد عليها تقريباً يساوي صفر، ومع ذلك لاتتغير النقطة (B) الدخل القالب نقطة ارضي حقيقية ، وذلك لأنها لاتسرب تيار الدخل بل يمر معظم تيار الدخل خلال مقاومة التغذية العكسية R2 (وذلك لأن Ix = 0 من القاعدة الاولى) . وعليه يمكن أن تسمي الدائرة السابقة باسم مكبر الارضي الظاهري Virtual Ground Amplifier.

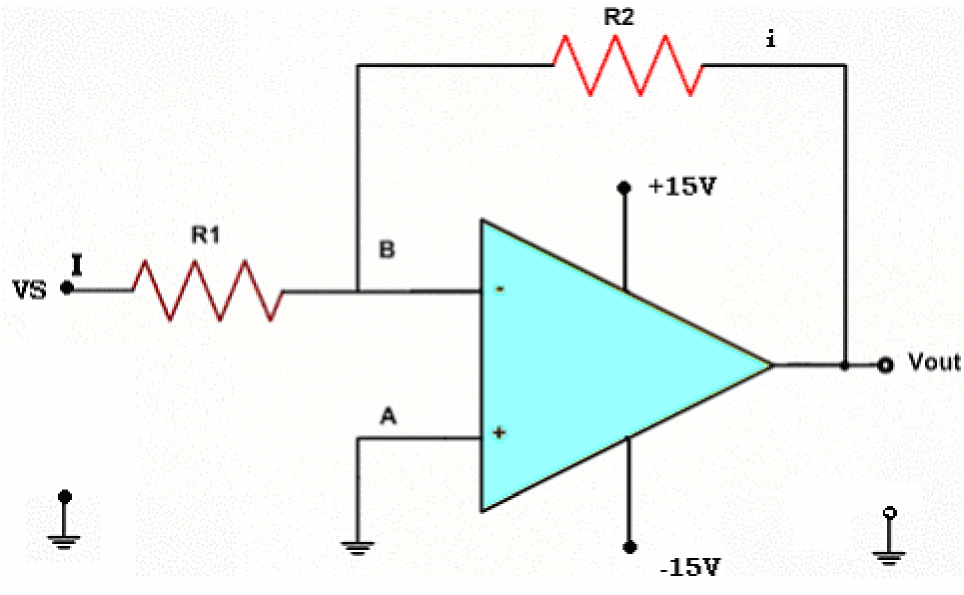
كسب الجهد – ومقاومة الدخل :

في دائرة المكبر العاكس شكل (١ - ٨) يمكن حساب معامل تكبير الجهد بسهولة.

بتطبيق قاعدتي التصميم السابقتين كالآتي :

١) يمر تيار داخل المكبر، أي أن Ix = 0 وبذلك يكون تيار الدخل المار في المقاومة R1 هو نفس تيار الخرج المار في مقاومة التغذية العكسية R2 .

٢) الجهد بين طرفي دخل المكبر متساويان أي (VA = VB =0) .

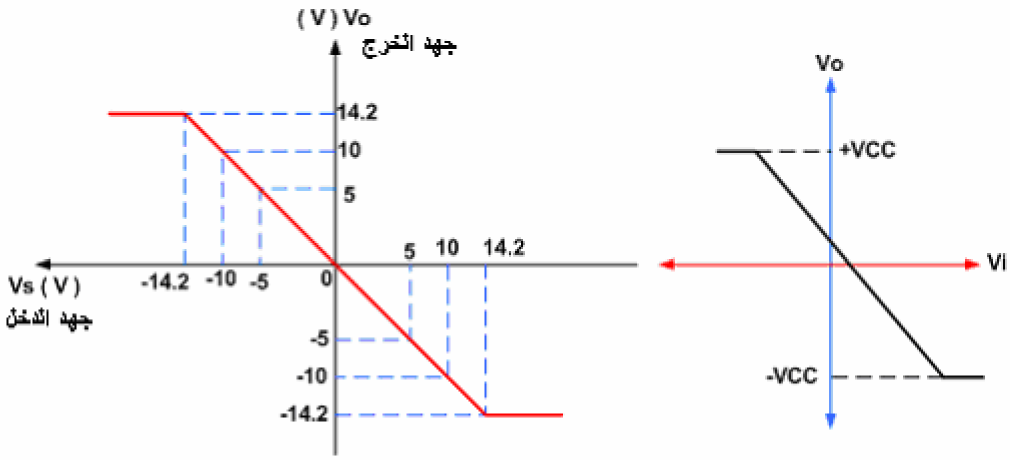


الشكل (١ - ٨)

الخصائص الانتقالية للمكبر العاكس :

الخصائص الانتقالية : هي العلاقة بين جهد الخرج وجهد الدخل للمكبر العاكس.

والشكل (١ - ٩) يوضح هذه العلاقة .



الشكل (١ - ٩) يبين الخصائص الانتقالية للمكبر العاكس

ويلاحظ أن المكبر يعمل كمكبر خطي حتى يصل جهد الخرج vo إلى جهد مصدر التغذية +vcc أو-vcc (تقريباً). أي أننا لانحصل على جهد خرج للمكبر التشغيلي أكبر من ±vcc (positive or negative supply rail voltage).

ولحساب معامل التكبير لهذه الدائرة نتبع مايلي :.

مع افتراض أن مقاومة الدخل لهذا المكبر كبيرة جداً فإن نفس التيار I الذي يمر في المقاومة R1 هو نفس الذي يمر في المقاومة R2 وعلى ذلك يمكن كتابة المعادلة بالشكل التالي.

$$V2 = 0 \longrightarrow 1$$

$$I = \frac{Vin - V1}{R1} = \frac{V1 - Vo}{R2} \longrightarrow 2$$

كما رأينا من قبل فإن معادلة الخرج لهذا المكبر يمكن كتابتها كمايلي

$$Vo = Ao(V2 - V1) \longrightarrow 3$$

وبالتعويض من المعادلة رقم (1) في المعادلة رقم (3) نحصل على المعادلة التالية :.

$$Vo = -Ao * V1$$

$$V1 = -\frac{Vo}{Ao} \longrightarrow 4$$

وبالتعويض من المعادلة 4 في المعادلة رقم 2 نحصل على

$$\frac{Vin + \frac{Vo}{Ao}}{R1} = \frac{-\frac{Vo}{Ao} - Vo}{R2}$$

ومنها نحصل على

$$\frac{Vin}{R1} = \frac{-Vo}{R2}$$

بضرب الوسطين في الطرفين نحصل على

$$R2 * Vin = R1 * (-Vo)$$

وبقسمة الطرفين على R1 * Vin نحصل على معامل التكبير للمكبر العاكس.

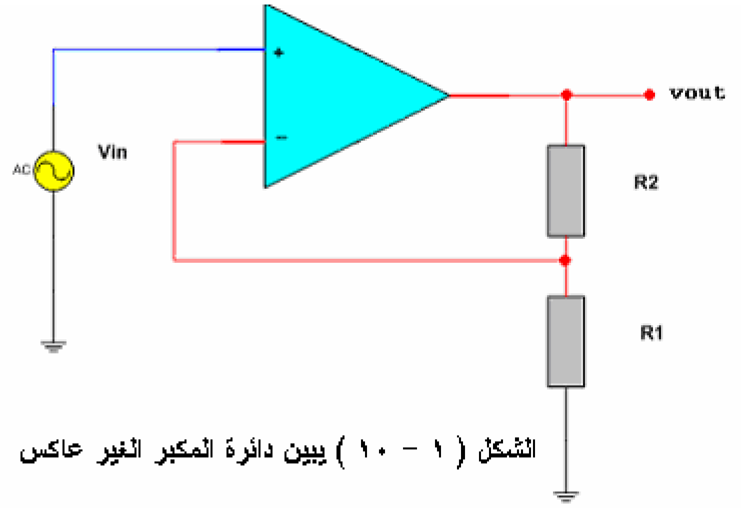
$$\boxed{\frac{Vo}{Vin} = -\frac{R2}{R1}}$$

ومن الملاحظ أن معامل تكبير الجهد يعتمد على كلٍ من R2 (مقاومة التغذية العكسية) و R1 ويمكن تحديده بدقة.

الإشارة السالبة في القانون معناها وجود فرق طور بين الخرج والدخل قدره 180°.والشكل التالي يوضح ذلك .

المكبر غير العاكس

(Non Inverting Amplifier)



الشكل (١ - ١٠) يبين دائرة المكبر الغير عاكس

يوضح الشكل (١ - ١٠) دائرة مكبر غير العاكس وفيما يلي سنحاول الحصول على معامل التكبير لهذه الدائرة .

$$Vo = Ao(V2 - V1) \longrightarrow 1$$

$$V2 = Vin \longrightarrow 2$$

$$V1 = \frac{Vo * R1}{R1 + R2} \longrightarrow 3$$

بالتعويض من المعادلة رقم 2 والمعادله رقم 3 في المعادلة رقم 1 نحصل على الآتي :

$$Vo = Ao(Vin - \frac{Vo * R1}{R1 + R2})$$

وبقسمة الطرفين على AO

$$\text{صفر} = Vin - \frac{Vo * R1}{R1 + R2}$$

لأن قيمة Ao كبيرة جداً لذا تصبح المعادلة

$$Vin = \frac{Vo * R1}{R1 + R2}$$

وبقسمة Vo على الطرفين

$$\frac{Vo}{Vin} = \frac{R1 + R2}{R1}$$

قانون الكسب للمكبر غير العاكس

$$\frac{Vo}{Viv} = 1 + \frac{R2}{R1}$$

أسئلة :

س١ في دائرة المكبر العاكس إذا كانت قيمة المقاومة $R1 = 100K\Omega$ و $R2 = 500K\Omega$ أوجد كسب المكبر ثم أوجد جهد الخرج إذا كان جهد الدخل $Vin = -2\ v$ ؟

س٢ في دائرة المكبرغير العاكس إذا كانت قيمة المقاومة $R1 = 100K\Omega$ و $R2 = 500K\Omega$ أوجد كسب المكبر ثم أوجد جهد الخرج إذا كان جهد الدخل $Vin = 2\ v$ ؟

س٣ أكمل: في المكبر العاكس توصل مقاومة التغذية العكسية بالطرف.........................بينماتطبق إشارة الدخل على الطرف .... ويكون فرق الطوربين الدخل والخرج يساوي ....درجة .

س٤ ارسم دائرة المكبر العاكس وغير العاكس مع إيجاد الفرق بينهما ؟

التجربة (الثانية)

المكبر العاكس

(Experiment for Inverting Amplifier Circuit)

الهدف من التجربة:

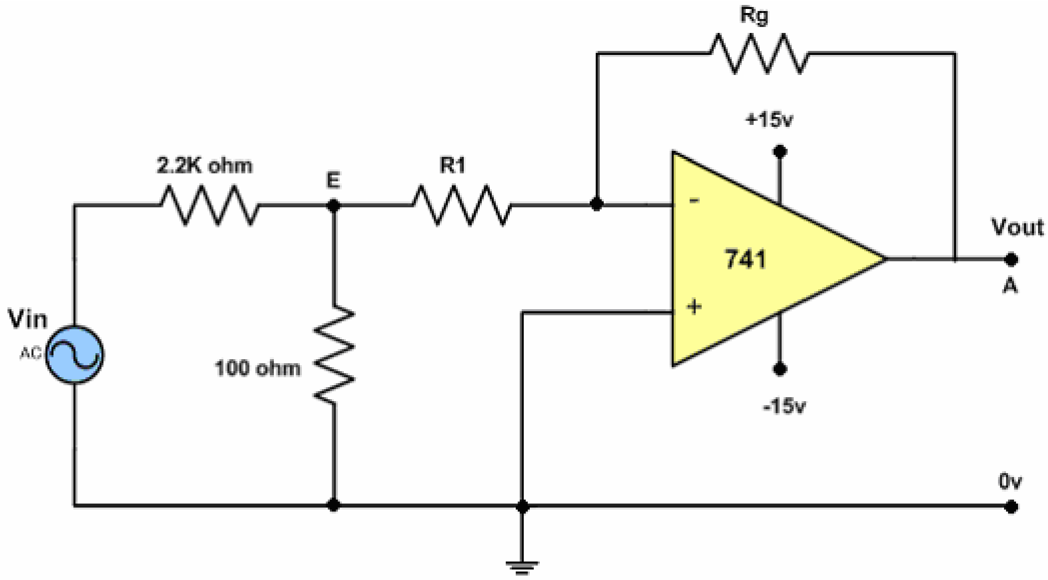
- ✓ التعرف على تركيب دائرة المكبر العاكس والقيام بقياسات على الدائرة.
- ✓ حساب الكسب الكلي للدائرة وتحديد الكسب الكلي للدائرة بقياس جهد الدخل وجهد الخرج
- ✓ تحديد العلاقة بين الكسب الكلي للدائرة والتردد ، ورسم شكل الموجة.

العناصر والاجهزة المستخدمة:

- لوحة توصيل للدائرة .
- مصدر قدرة جهد مستمر ±15V DC لتغذية المكبر .
- مكبر العمليات 741 .
- راسم إشارة بقناتين (Oscilloscope) .
- جهاز مولد الذبذبات .
- مقاومات نصف وات ½ w (100kΩ – 10kΩ – 2.2kΩ – 1kΩ - 100Ω X 2) .

عمل الدائرة :

وصل الدائرة العملية المبينة في الشكل (٢) حيث قيم المقاومات هي Rg= 100kΩ، R1= 100Ω قم بأخذ القياسات اللازمة على دائرة المكبر العاكس وعرض إشارتي الدخل والخرج .



الشكل (٢ - ١) يبين الدائرة العملية للمكبر العاكس

المقدمة :

يستعمل مكبر العمليات لتكبير الجهد DC والجهد AC . والكسب الكلي للدائرة المثالية للمكبر العاكس (G) يساوي . وهذه العلاقة صحيحة فقط عندما يكون G أصغر بكثير أمام كسب الدائرة المفتوحة لمكبر العمليات .

وعموماً الكسب الكلي للدائرة يعطى بنسبة جهد الخرج على جهد الدخل للمكبر : $G = -\frac{VA}{VE}$.

ويتم تطبيق إشارة الدخل على الطرف العاكس (-) من خلال المقاومة (R1) ويتصل الطرف غير العاكس (+) بالأرضي وتتصل مقاومة (Rg) بين خرج ودخل المكبر لتحقق مايسمى بالتغذية العكسية (الراجعة) السالبة والتي تحقق استقرار الكسب بدرجة كبيرة وكذلك تحسن ممانعة الدخل والخرج وكذللك توسع عرض حزمة التردد وتقلل من التشوةالغير خطي .

خطوات التجربة :

١) وصل الدائرة العملية المبينة في الشكل (٢ -١) حيث قيم المقاومات هي ($R1 = 100\Omega$ و $Rg = (100k\Omega)$. ثم احسب الكسب الكلي المثالي G من نسبة المقاومتين . ثم ثبت جهد الدخل على 100mv موجة جيبية بترددات مختلفة حسب المعطى في الجدول . وقس جهد الخرج بواسطة الراسم الكهربائي (Oscilloscope) لكل تردد موضح في الجدول ثم احسب الكسب الكلي لكل تردد .

٢) كرر ماسبق في الفقرة (1) مع تغيير قيم المقاومتين إلى ($R1 = 100k\Omega$ و $Rg = 10k\Omega$) .

٣) غير قيمة المقاومتان (R1 = 1kΩ و Rg = 10kΩ) مع تغيير جهد الدخل إلى 100mv موجة جيبية بترددات مختلفة حسب المعطى في الجدول .وقس جهد الخرج بواسطة الراسم الكهربائي (Oscilloscope) لكل تردد موضح في الجداول الثلاثة التالية ثم احسب الكسب الكلي لكل تردد .

٤) وصل جهد الدخل VE والجهد الخارج VA بجهاز راسم الإشارة. استعمل الدخل العاكس لراسم الإشارة لقياس VE . مع ثبات التردد من مولد الذبذبات على (400HZ) . وجهد دخل 10mv .

٥) كرر الفقرة السابقة مع تغير جهد الدخل إلى 100mv .

عندما تكون المقاومتان تساوي (R1 = 100Ω و Rg = 100kΩ) تكون G =

F (HZ)	100	400	1K	10K	100K	200K
VE (V)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
VA (V)						
G						

عندما تكون المقاومتان تساوي (R1 = 100kΩ و Rg = 10kΩ) تكون G =

F (HZ)	100	400	1K	10K	100K	200K
VE (V)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
VA (V)						
G						

عندما تكون المقاومتان تساوي (R1 = 1kΩ و Rg = 10kΩ) تكون G =

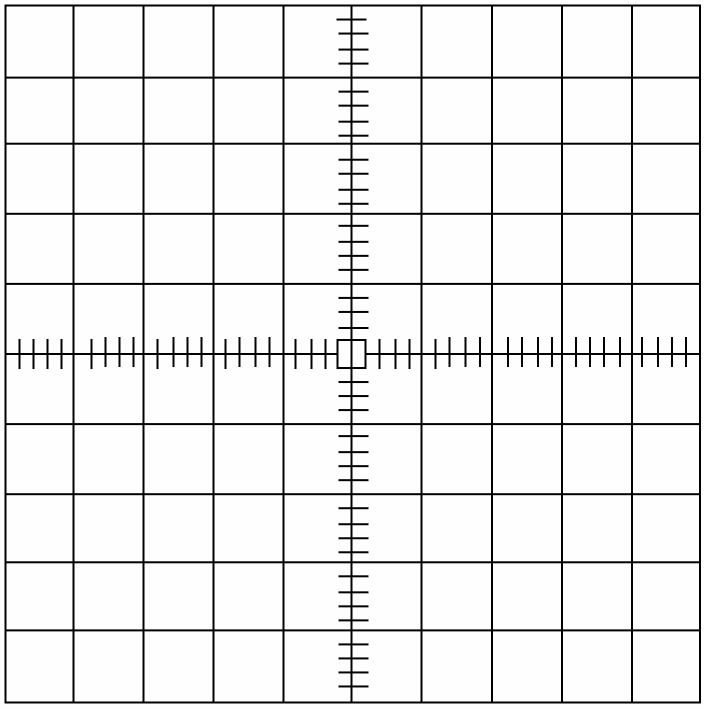
F (HZ)	100	400	1K	10K	100K	200K
VE (V)	0. 1	0. 1	0. 1	0. 1	0. 1	0. 1
G						

عندما تكون المقاومتان تساوي ($R1 = 1k\Omega$ و $Rg = 10k\Omega$)

Y_1 = ...

Y_2 = ...

X = ...



اكتب تقريراً عن التجربة؟

التجربة(الثالثة)

المكبر غير العاكس

(Experiment for Noninverting Amplifier Circuit)

الهدف من التجربة:

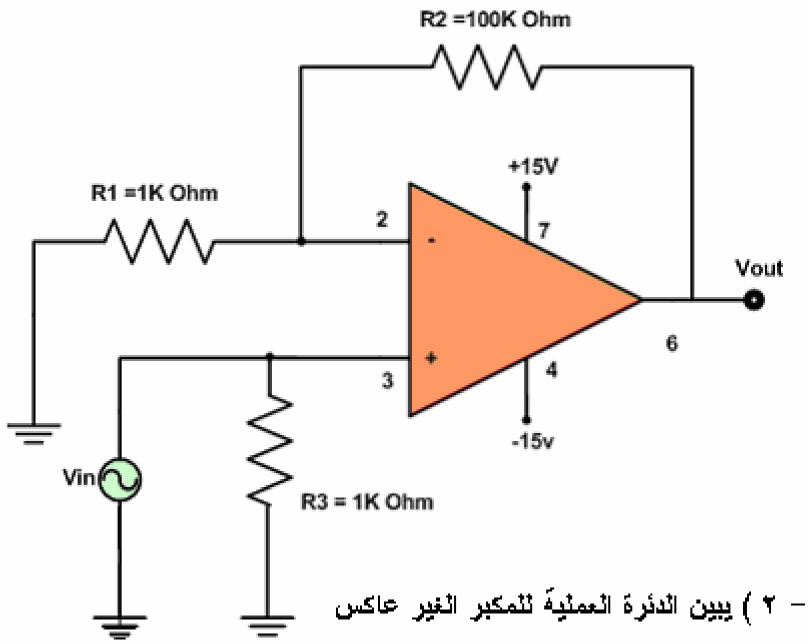
- ✓ التعرف على تركيب دائرة المكبر غير العاكس والقيام بقياسات على الدائرة.
- ✓ حساب الكسب الكلي للدائرة وتحديد الكسب الكلي للدائرة بقياس جهد الدخل وجهد الخرج
- ✓ تفسير العلاقة بين الكسب الكلي للدائرة والعناصر الخارجية لمكبر العمليات. مع رسم شكل الموجة.
- ✓ حساب الكسب الكلي للدائرة من قيم المقاومات المستعملة.

العناصر والأجهزة المستخدمة:

- لوحة توصيل للدائرة .
- مصدر قدرة جهد مستمر ±15V DC لتغذية المكبر .
- مكبر العمليات 741 .
- راسم إشارة بقناتين (Oscilloscope) .
- جهاز مولد الذبذبات .
- مقاومات نصف وات ½ w (مقاومة متغيرة 1KΩ – 10kΩ – 100kΩ) .

عمل الدائرة:

في دائرة المكبر غير العاكس توصل مقاومة التغذية العكسية Rg بالطرف العاكس (مثل المكبر العاكس) ولكن إشارة الدخل Vin تطبق على الطرف غير العاكس فتصبح طور إشارة الخرج الناتجة متفقاً مع Vin .

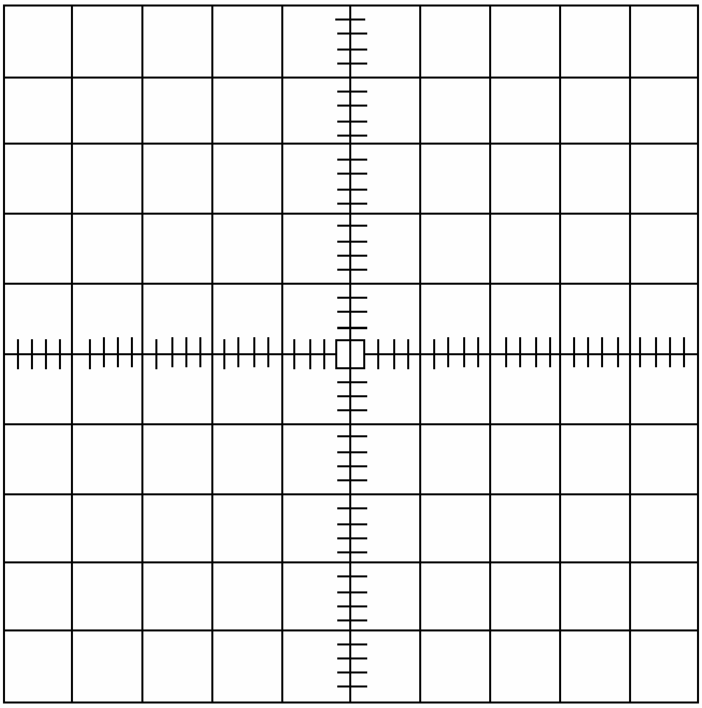


الشكل (٢ - ٢) يبين الدئرة العملية للمكبر الغير عاكس

خطوات التجربة :

- ✓ وصل الدائرة العملية المبينة في الشكل (٢ - ٢) ثم قم بتغذية الدائرة.
- ✓ اضبط مولد الذبذبات على التردد 1kHz وأقل جهد خرج ثم اضغط على مفتاح الموجة المربعة.
- ✓ اضبط الراسم الكهربائي للقناة الأولى على 2V/ cm للجهد و 1ms/cm للزمن والقناة الثانية على 5V/ cm للجهد و 1ms/cm للزمن .
- ✓ وصل مولد الذبذبات إلى دخل دائرة المكبر غير العاكس(Vin) .
- ✓ اعرض إشارة الخرج (Vout)على الراسم الكهربائي للقناة الثانية .
- ✓ ارفع فولتية خرج مولد الذبذبات عن طريق المفتاح (Amplitude) بالتدريج حتى تستقر إشارة الخرج.
- ✓ ارسم إشارة الدخل بواسطة الراسم للقناة الاولى وعلى مسقطها إشارة الخرج على القناة الثانية.
- ✓ قم بعمل الحسابات التالية جهد الشارة للدخل وجهدالشارة للخرج من خلال إشارتي الدخل والخرج .
- ✓ احسب الكسب الكلي للدائرة من النتائج التى حصلت عليها عملياً ثم احسبها نظرياً واكتب ملاحظتك على النتيجة لهما .

اشارة الدخل للمكبر الغير عاكس



Y_1 = ...
Y_2 = ...
X = ...

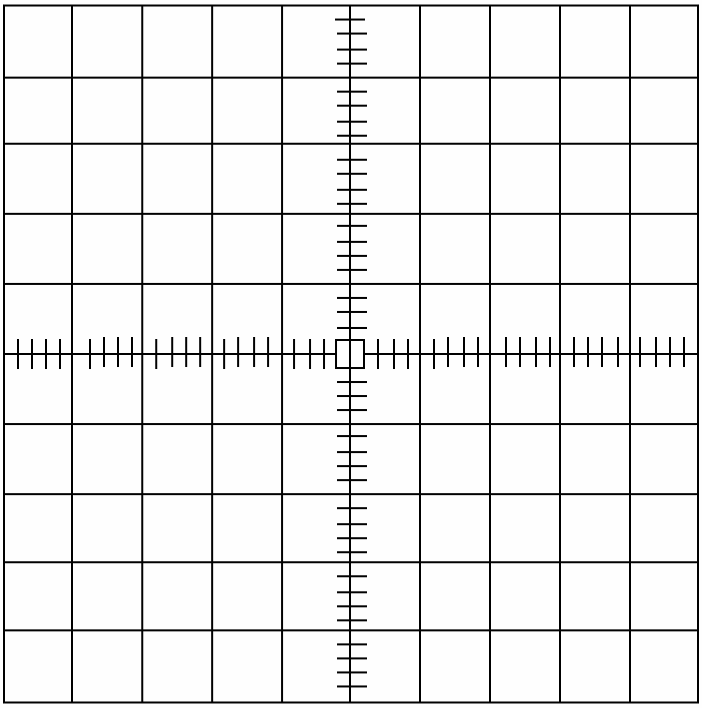
القياسات

VPP(input) = v

Vpp(output) = v

F(out) = Hz

اشارة الخرج للمكبر الغير عاكس



Y_1 = ...
Y_2 = ...
X = ...

القياسات

VPP(input) = v

Vpp(output) = v

F(out) = Hz

الكسب الكلي للدائرة العملية يساوي

$$AV = \frac{Vout}{Vin} = _____$$

الكسب الكلي نظرياً يساوي $AV = 1 + \frac{R2}{R3}$

مثالـ١ في دائرة المكبر العاكس إذا كانت قيمة المقاومة $R1 = 10K\Omega$ و $R2 = 100K\Omega$ أوجد كسب المكبر ثم أوجد جهد الخرج إذا كان جهد الدخل $Vin = 0.5\ v$ ؟

الحل : من خلال قانون الكسب للمكبر العاكس $Av = -\frac{R2}{R1} = -\frac{100K}{10K} = -10$

وجهد الخرج للمكبر هو $Vo = (-10) * 0.5 = -5V$

وبالتالي تكون زاوية الطور بين إشارتي الدخل والخرج مساوية لـــ 180°

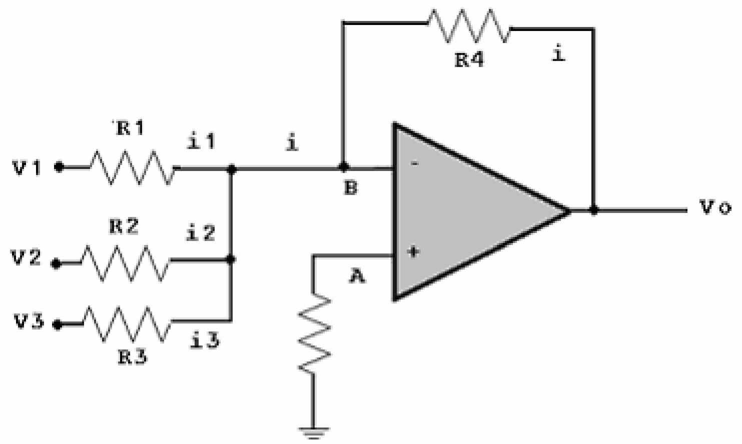
مثالـــ٢ في دائرة مكبر الغير عاكس اذا كانت قيمة المقاومة $R1 = 1K\Omega$ و $R2 = 10K\Omega$ أوجد كسب المكبر ؟

الحل : من خلال قانون الكسب للمكبر غير العاكس $Av = 1 + \frac{R2}{R1} = 1 + \frac{10K}{1K} = 11$

المكبر الجامع
(Summing Amplifier)

الدائرة الاساسية :

الشكل (٢ - ٣) يوضح الدائرة الأساسية لمكبر جامع بسيط يمكن أن يجمع ثلاث إشارات .



الشكل (٢ - ٣) يبين المكبر الجامع

في كثير من الأحيان تكون مطالب بتجميع أكثر من إشارة في خرج واحد . فمثلاً في حالة التسجيل الصوتى على المسرح يكون هناك أكثر من ميكرفون موضوعين في أماكن مختلفة على خشبت المسرح ويراد تجميع كل هذة الإشارات في خرج واحد ويستخدم هذا النوع من المكبرات في وحدة خلط التردد السمعي، وللتحويل من رقمي إلى تناظري D/A converter .

العلاقة بين الخرج والدخل:

بتطبيق القاعة الأولى: للجهدعند النقطة B يساوي الجهد عند النقطة A أي $VB = 0$.

لذلك $I1=\frac{V1}{R1}$ ، $I2=\frac{V2}{R2}$ ، $I3=\frac{V3}{R3}$ $\longrightarrow$ ①

وبتطبيق القاعدة الثانية: $IX = 0$ اذاً $I = I1 + I2 + I3$

وبما ان $VO = - I R4$ فإن $VO = -R4 (I1 + I2 + I3)$ $\longrightarrow$ ②

وبالتعويض من المعادلة (1) في المعادلة (2)

يمكن حساب جهد الخرج ومعامل كسب الجهد من هذه العلاقة :

$$VO=-R4\left(\frac{V1}{R1}+\frac{V2}{R2}+\frac{V3}{R3}\right) \longrightarrow ③$$

عندما $R1 = R2 = R3 = R4$ تصبح المعادلة كمايلي

$$VO = -(V1 + V2 + V3) \qquad (4)$$

ملاحظة:

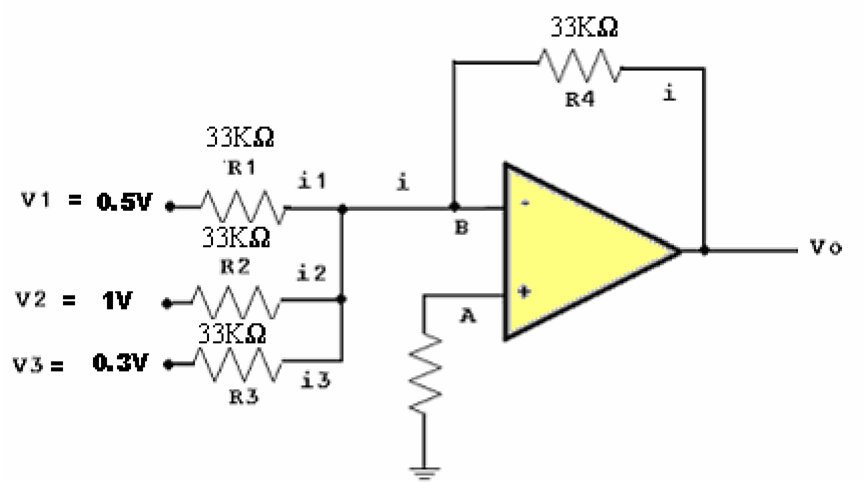
١.من المعادلة (4) جهد الخرج يساوي مجموع جهود الدخل ولكن بإشارة سالبة .

٢.الإشارة السالبة في المعادلة السابقة تعني وجود فرق طور بين الدخل والخرج قدره $180°$.

مثال:١

من خلال الشكل التالي أوجد جهد الخرج إذا كانت قيم المقاومات كمايلي:

$R1 = R2 = R3 = R4 = 33K\Omega$



الحل:

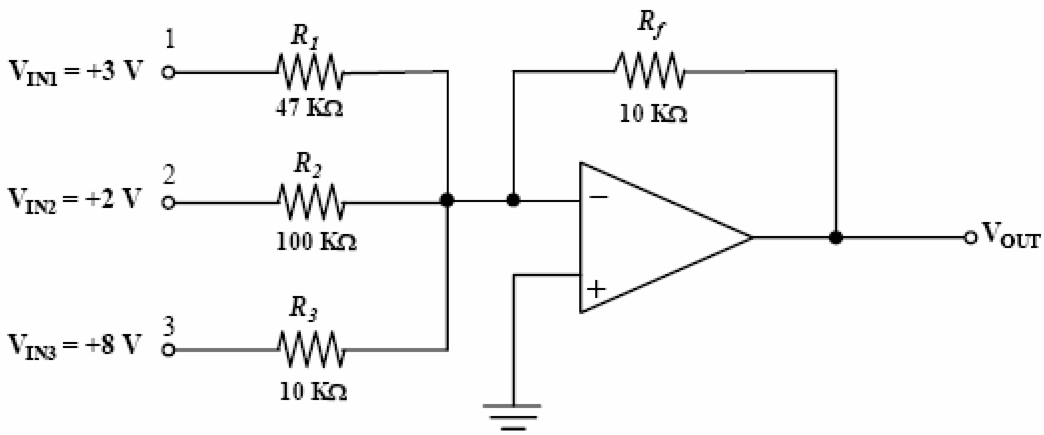
$$VO = -R4\left(\frac{V1}{R1} + \frac{V2}{R2} + \frac{V3}{R3}\right)$$

وبما أن $R1 = R2 = R3 = R4$

فإن جهد الخرج يساوي $VO = -(V1 + V2 + V3)$

$$VO = -(0.5 + 1 + 0.3) = -2V$$

أوجد جهد الخرج للدائرة التالية شكل(١١ -٨):



شكل(١١ -٨)

الحل:

$$W_1 = \frac{R_F}{R_1} = \frac{10K\Omega}{47K\Omega} = 0.213$$

$$W_2 = \frac{R_F}{R_2} = \frac{10K\Omega}{100K\Omega} = 0.100$$

$$W_3 = \frac{R_F}{R_3} = \frac{10K\Omega}{10K\Omega} = 1$$

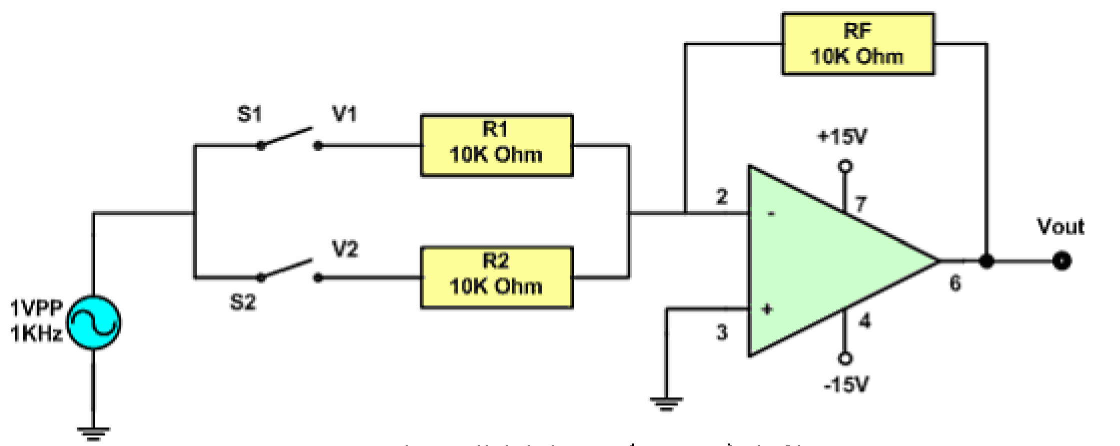
$$V_{out} = -[0.213(3v) + 0.1(2v) + 1(8v)]$$

$$V_{out} = -8.84v$$

التجربة (الرابعة)

المكبر الجامع

(Experiment for Summing Amplifier)



الشكل (٢ - ٤) يبين الدائرة للمكبر الجامع

المقدمة :

المكبرالجامع هو مكبر عاكس يحتوي على دخلين أو أكثر . كل دخل يتميز بكسب جهد ذاتي خاص معطى بنسبة مقاومة التغذية الخلفية على مقاومة الدخل. في هذه التجربة يوصل مكبر جامع ويتحقق من أن جهد الخرج هو جمع جهود الدخل .

الاجهزة والعناصر المستخدمة :

- ✓ لوحة توصيل .
- ✓ مولد إشارة (Function Generator).
- ✓ مصدر جهد مستمر ±15V DC (Power Supplies) .
- ✓ مكبر العمليات 741 (Op Amp).
- ✓ مقاومات نصف وات 10kΩ x 3 & 27KΩ & 33KΩ & 22KΩ.
- ✓ جهاز راسم الإشارات (Oscilloscope) .
- ✓ جهاز قياس متعدد الأغراض (AVO) .

خطوات التجربة :

١) في المكبر الجامع الموضح في الشكل (٢ - ٤) إذا كان جهد المصدر 1Vpp والتردد يساوي 1KHz . احسب نظرياً كسب الجهد لكل دخل وسجل النتيجة في الجدول رقم (١) . ثم احسب وسجل جهد الخرج Vout (Vpp) من خلال وضعية المفاتيح الموضحة في الجدول رقم (١) .

الجدول رقم (1)

حسابياً A2 = A1 =

Vout	V2	V1	S2	S1
	0	0	Open	Open
	1Vpp	0	Closed	Open
	0	1Vpp	Open	Closed
	1Vpp	1Vpp	Closed	Closed

٢) وصل الدائرة المبينة في الشكل (٢ - ٤) .واعرض الجهد على V1 أو V2 من خلال الراسم الكهربائي للقناة الأولى. ثم قس جهد الخرج Vout (Vpp) من خلال وضعية المفاتيح في الجدول رقم (٢).

الجدول رقم (2)

قياسياً A2 = A1 =

Vout	V2	V1	S2	S1
	0	0	Open	Open
	1Vpp	0	Closed	Open
	0	1Vpp	Open	Closed
	1Vpp	1Vpp	Closed	Closed

٣) في الشكل (٢ - ٤) قس جهد الخرج عند غلق المفتاحين (S1 – S2) إذا كان جهد الدخل يساوي 1Vpp علماً أن قيمة المقاومة R1 = 22KΩ بدلاً من 10KΩ .

جهد الخرج يساوي ....

٤) في الشكل (٢ -٤) قس جهد الخرج عند غلق المفتاحين (S1 – S2) إذا كان جهد الدخل يساوي V1 = V2 = 1Vpp علماً ان قيمة المقاومة R1 = 33KΩ بدلاً من 22KΩ .

جهد الخرج يساوي ....

٥) في الشكل (٢ -٤) إذا كانت $RF = 27K\Omega$ و $R1 = R2 = 10K\Omega$. احسب كسب جهد الخرج لكل دخل موضح في الجدول رقم (٣).

الجدول (3)

V1 أو V2	0.5 Vpp	1 Vpp	1.5 Vpp	2 Vpp
Vout حسابياً				
Vout قياسياً				

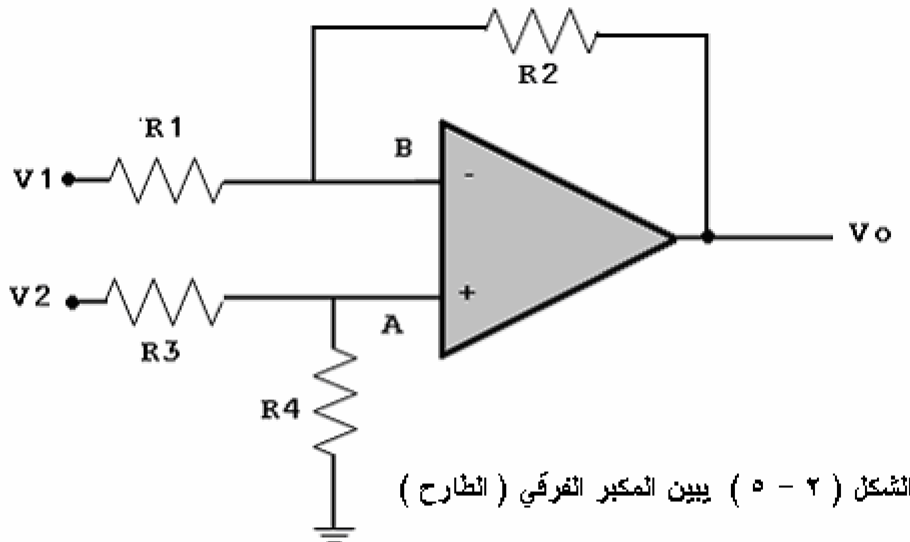
٦) وصل الدائرة (٢ – ٤) حسب المعطيات في الفقرة (٥) ثم ثبت Vin على الجهود المبينة في الجدول رقم (٣) مع غلق المفتاحين (S1 & S2) ثم اخذ القياس لجهد الخرج (Vout).

المكبر الفرقي (الطارح)

Difference Amplifier

المكبر الطارح كما بالشكل (٢ - ٥) يوضح الدائرة الأساسية للمكبر الفرقي والذي يستخدم لتكبير الفرق بين جهدي طرفي الدخل . وهذا المكبر يمكن أن يسمى باسم مكبر أجهزة القياس Insturmentation Amplifier حيث يستخدم كمكبر لتكبير الإشارات صغيرة المستوى والناتجة من مخرج محولات الطاقة المسماة ب Transducers . ومحولات الطاقة هذه عناصر لها طرفين تحول الكميات الطبيعية مثل الضغط (الاجهاد) الإزاحة - درجة الحرارة إلى فرق جهد ولكنه جهد صغير، لذاك يستخدم المكبر الفرقي لتكبير هذا الجهد وبالتالي يمكن قياسه . أي قياس الكمية الطبيعية بتحويلها إلى كمية كهربية .

ملاحظة: إذا كانت R1 = R2 يكون مقاومتي الدخل لكل من الجهد V1 والجهد V2 متساويان .



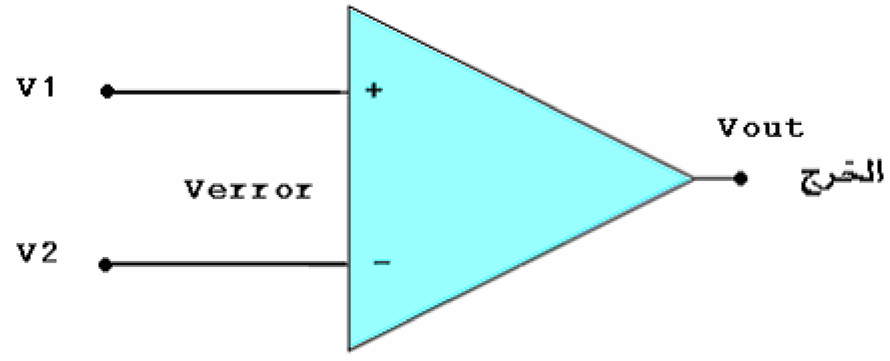
الشكل (٢ - ٥) يبين المكبر الفرقي (الطارح)

كسب الجهد وجهد الخرج :

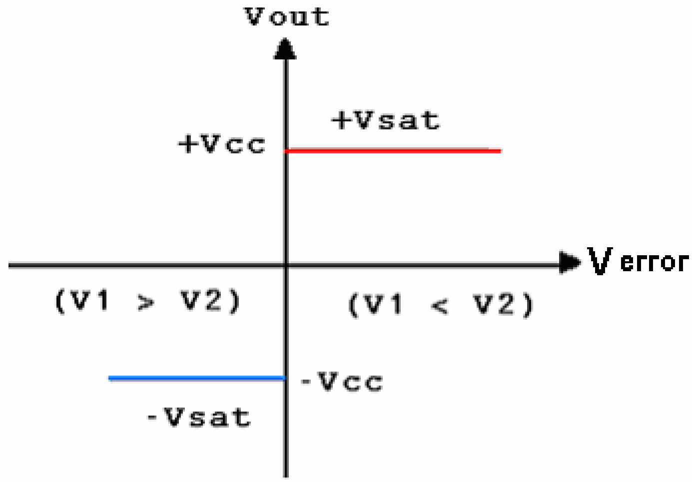
$$VO = \frac{R2}{R1}(V1 - V2) \qquad \text{عندما} \qquad \frac{R2}{R1} = \frac{R4}{R1}$$

المقــارن
Comparator

المقارن هو ابسط طريقة لاستخدام مكبر العمليات حيث لايوجد تغذية عكسية. والشكل (٢ – ٦) يوضح المكبر التشغيلي كمقارن حيث لايوجد تغذية عكسية ، وللمقارن كسب عالٍ جداً (قد يساوي 300 000) ولذلك فإن أقل فولتية بين طرفي الدخل (عادة بالميكروفولت) تنتج في الخرج أقصى جهد (Vsat) يقل عن Vcc بمقدار وأحد أو اثنين فولت .



الشكل (٢ - ٦) يوضح المكبر التشغيلي كمقارن



الشكل (٢ - ٧) يبين منحنى الخصائص للمقارن

يوضح الشكل (٢ – ٧) منحنى خصائص المقارن وهي العلاقة بين الفرق في جهدي دخل المقارن Vd $= V1 - V2$ أو مايسمى بجهد الخطأ Verror ومن الواضح أنه :

١. عندما يكون $V1 > V2$ يكون جهد الخطأ (أو جهد الفرق Vd) موجب فينتج المقارن عندئذٍ أقصى جهد موجب +Vsat .

٢. عندما يكون $V1 < V2$ يكون جهد الفرق Vd سالب وينتج المقارن عندئذٍ أقصى جهد سالب -Vsat .

جهد الدخل وكسب الجهد :

جهد الدخل للمقارن $Vd = V1 - V2$ ويسمى بجهد الخطأ .

$Vsat = Vout = (V1 - V2)\ Avol$ جهد الخرج (التشبع).

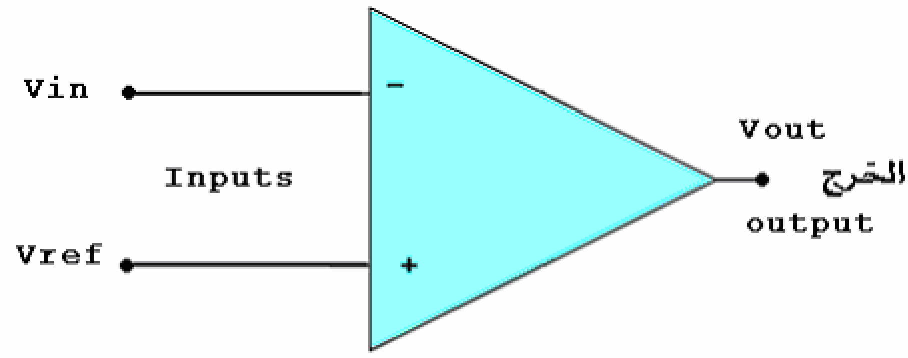
$Avol = \frac{Vsat}{Vd} = \frac{Vsat}{V1 - V2}$ كسب الجهد للمقارن وهو كبير جداً .

ومما سبق فالمقارن يعمل مقارنة بين كل من جهدي الدخل V1 و V2 منتجاً جهد خرج التشبع $\pm Vsat$ معتمداً على الفرق بين V1 و V2 وأقصى قيمة لجهد الخرج والتي تسمى بجهد التشبع Vsat وتكون عادة أقل من جهد التغذية المستمرة Vcc بمقدار واحد أو اثنين فولت .

استخدامات المقارن :

للمقارنات تطبيقات مختلفة نذكر منها كاشف الذروة للإشارات الصغيرة وتقويم نصف موجة أو موجة كاملة فعالة والتي من مميزاته تقليل حاجز جهد الثنائي PN من 0.6 إلى جهد في حدود الميكروفولت وكذلك كاشف عبور الصفر، وكذلك دائرة كاشف اذهب / لاتذهب

go – no go detection والشكل (٢ – ٨) يوضح كاشف اذهب / لاتذهب حيث يطبق جهد المرجع reference voltage (Vref) على الدخل العاكس فمثلاً عندما يزيد الدخل Vin على جهد المرجع Vref يذهب جهد الخرج إلى التشبع الموجب (Vo = + Vsat) والعكس. عندما يقل جهد الدخل عن جهد المرجع يذهب الخرج إلى التشبع السالب (Vo = - Vsat) .



الشكل (٢ – ٨) يبين دائرة كاشف أذهب / لاتذهب

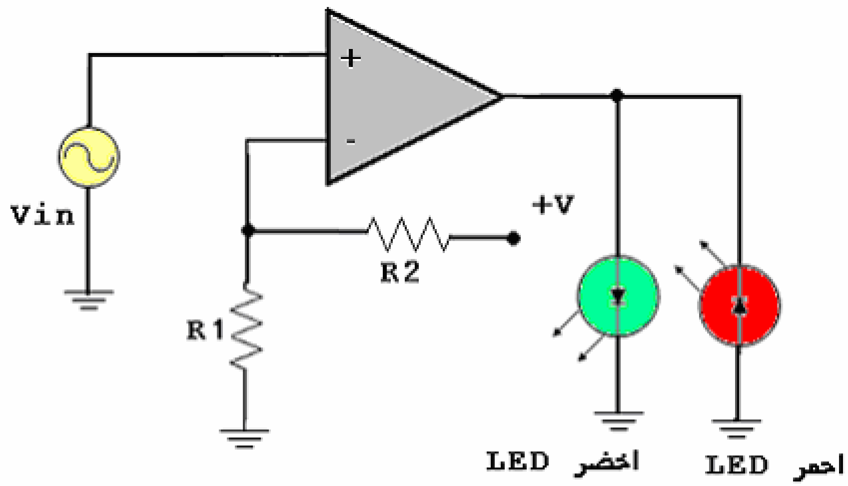
والشكل (٢ – ٩) يوضح دائرة كاشف اذهب / لاتذهب ويبين أيضاً كيفية تصميم جهد المرجع حيث $Vref = \frac{R1}{R1 + R2} V$ وفي هذا الشكل عندما يزيد Vin عن Vref يصبح جهد الخرج موجب فيضيء المشع الضوئي (LED) الأخضر، وإذا قلت Vin عن Vref يصبح جهد الخرج سالب ويضيء المشع الضوئي (LED) الأحمر .

يمكن الاستفادة من المقارن كذلك في تشكيل النبضة بحيث يتم تحويل الموجة المثلثة أوالجيبية أو المربعة إلى موجة مربعة. والذي يتحكم في خرج المقارن شيئين هما :

١. موجة الدخل (أي الفرق بين الدخل العاكس وغير العاكس) وهذا يتحكم في تشكيل النبضة.
٢. تغذية مكبر العمليات وهذا يتحكم لك في ارتفاع النبضة (أي الجهد) . الذي يقارن بين الدخلين العاكس وغير العاكس أي إذا كان الدخل العاكس أكبر من الدخل غير العاكس فإن الخرج سوف يذهب إلى التشبع السالب للمكبر، والعكس صحيح .

مثال عملي على المقارن:

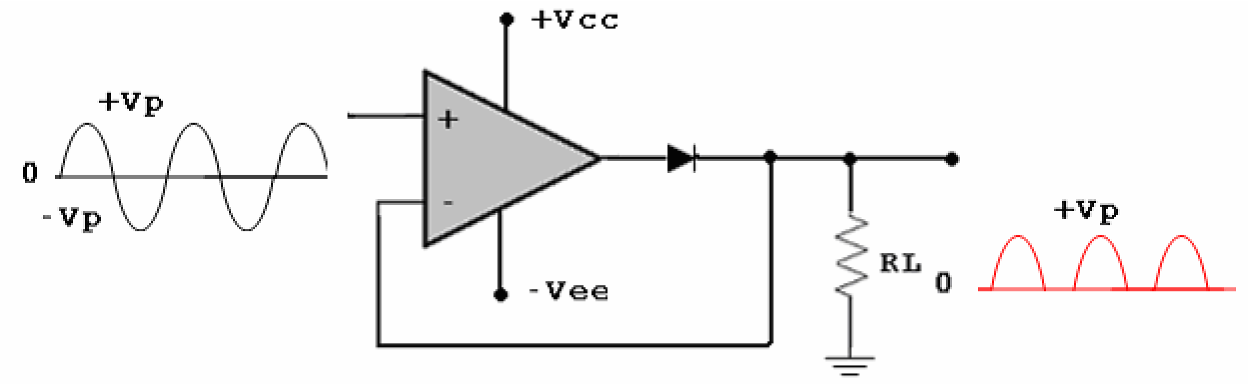
من خلال الدائرة الموضحة في الشكل نلاحظ أن خرج الدئرة بدأ من التشبع السالب وذلك راجع إلى أن المقارن سوف يقارن بين الدخل العاكس (5V) والدخل غير العاكس وهو الموجة الجيببة ومن الملاحظ أن الموجة الجيبية تبدأ من الصفر وبالتالي فإن المقارن سوف يقارن الصفر مع الخمسة فولت وبالطبع الخمسة فولت أكبر وهي على الدخل العاكس لذا سوف يذهب الخرج إلى التشبع السالب وهو (+15V) يستمر الخرج على التشبع السالب حتى يصبح الدخل غير العاكس(الموجة الجيبية) أكبر من الدخل العاكس (5V) وبالتالي سوف يتحول خرج الدائرة (الاشارة) للتشبع الموجب (+15V) وهكذا .



الشكل (٢- ٩) يبين طريقة تجهيز فولتية المرجع

دائرة مقوم التيار باستخدام مكبر العمليات

يظهر الشكل (٢ - ١٠) دائرة مقوم نصف موجة فعال.



الشكل (٢ - ١٠) يبين مقوم نصف موجةً فعال

فعندما تكون إشارة الدخل موجبة،تكون إشارة الخرج موجبة ويقلب الدايود إلى وضعية on (أي يغلق الدايود) وتعمل_ عندئذ_الدائرة كتابع جهد ويظهر نصف الدورة الموجب عبر مقاومة الحمل. وعندما تصير إشارة الدخل سالبة يصير الخرج سالباً ويقلب الدايود إلى وضعيته off (أي يفتح الدايود ولايظهر جهد عبر مقاومة الحمل) .

وهذا هو تفسير أن الخرج النهائي هو إشارة نصف موجة كاملة تقريباً.

التجربة (الخامسة)

دائرة مقوم نصف موجة

(Half – Wave Rectification Circuit)

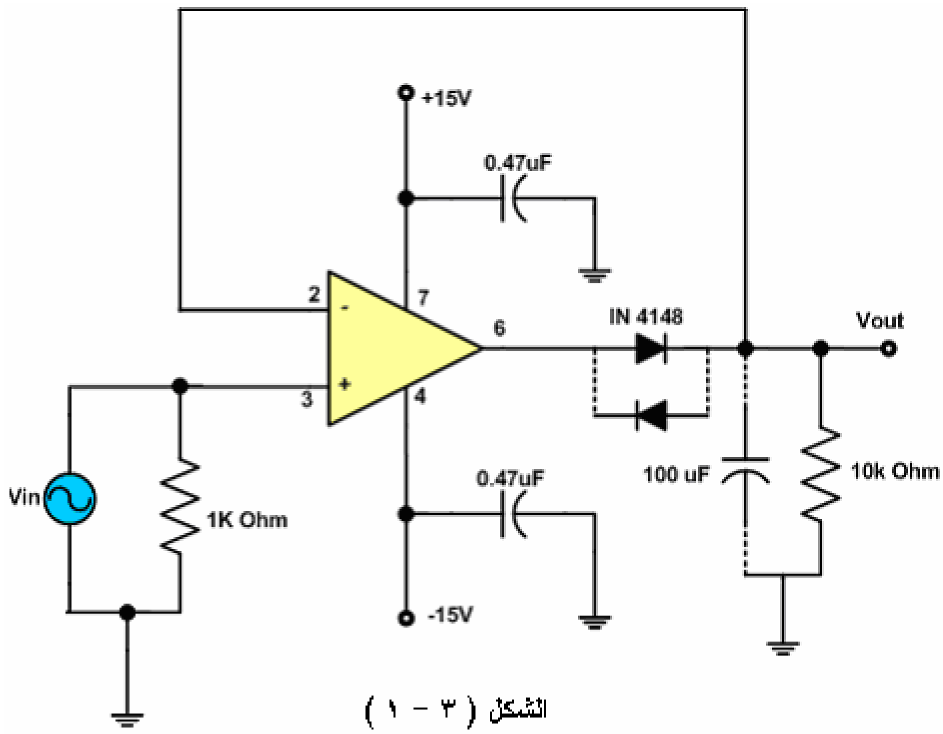
الهدف من التجربة:

هو توحيد نصف الموجة بواسطة مكبر العمليات (741) .

الأجهزة والعناصر المستخدمة :

- ✓ لوحة توصيل للتمرين.
- ✓ مولد إشارات (Function Generator) .
- ✓ مقاومات نصف وات (10kΩ x2 – 1kΩ) .
- ✓ دايود IN4148 أو IN914 .
- ✓ مكبرعمليات 741 .
- ✓ مكثف 0.47μf x2 .
- ✓ جهاز قياس متعدد الأغراض (AVO) .
- ✓ جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope) .

الدائرة العملية:



الشكل (٣ – ١)

خطوات التجربة :

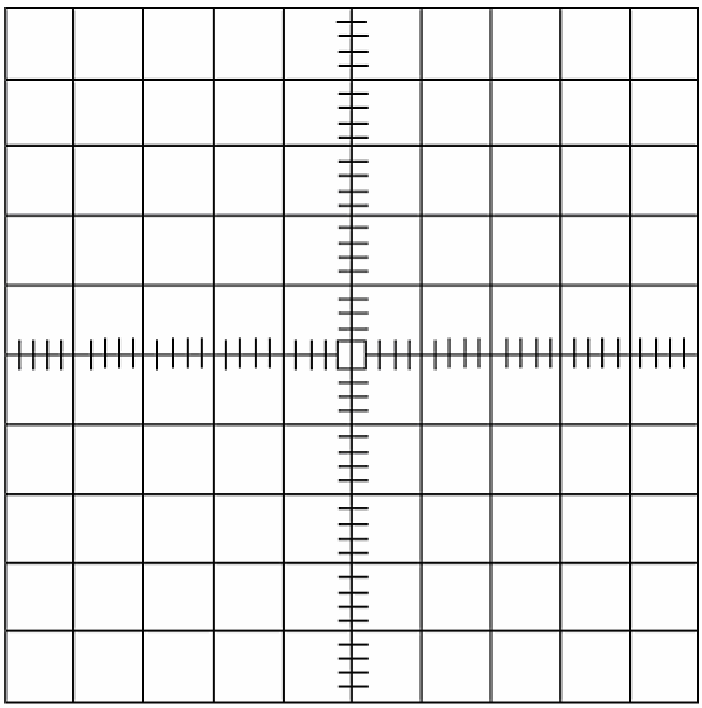
- ✓ وصل الدائرة كما هو موضح بالشكل (٣ - ١) على لوحة التجارب .
- ✓ وصل راسم الإشارة للقناة A على مقاومة الحمل (10KΩ) بعد ضغط المفتاح على وضع DC للراسم.
- ✓ ثبت مولد الذبذبات على تردد (100Hz) وجهد خرج (2Vpp) . ماهو شكل خرج الدائرة .
- ✓ ارسم شكل إشارة الخرج. ثم أوجد قيمة الجهد VP والزمن T للإشارة .

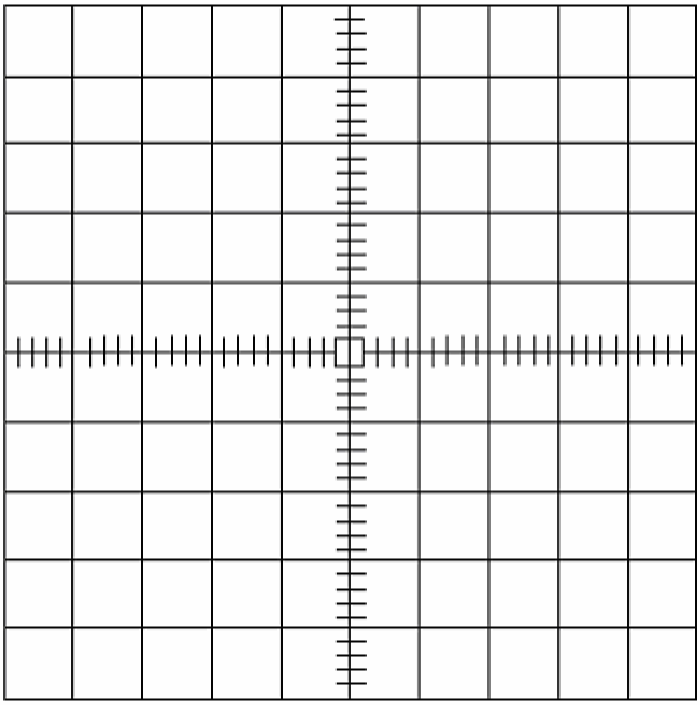
Vp =
T =

- ✓ اعكس اطراف الموحد (الدايود) ثم ارسم شكل إشارة الخرج .
- ✓ وصل مكثف بقيمة (100µF) على التوازي بمقاومة الحمل بعد إعادة الموحد لوضعه الطبيعي.
- ✓ ثبت مولد الذبذبات على تردد (100Hz) وجهد خرج (2Vpp) . ماهو شكل خرج الدائرة .
- ✓ ارسم شكل الإشارة . ماذا حدث للإشارة ؟
- ✓ اعكس أطراف الموحد (الدايود) والمكثف ثم ارسم شكل إشارة الخرج واكتب ماذا حدث للإشارة من تغير.

Y_1 = ...
Y_2 = ...
X = ...

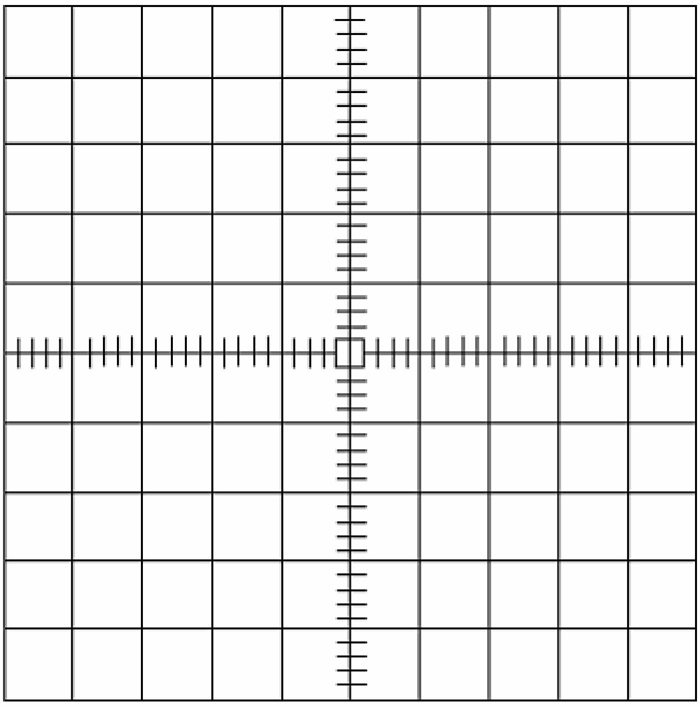
اشارة الخرج بدون مكثف





Y_1 = ...
Y_2 = ...
X = ...

اشارة الخرج بعد عكس الموحد

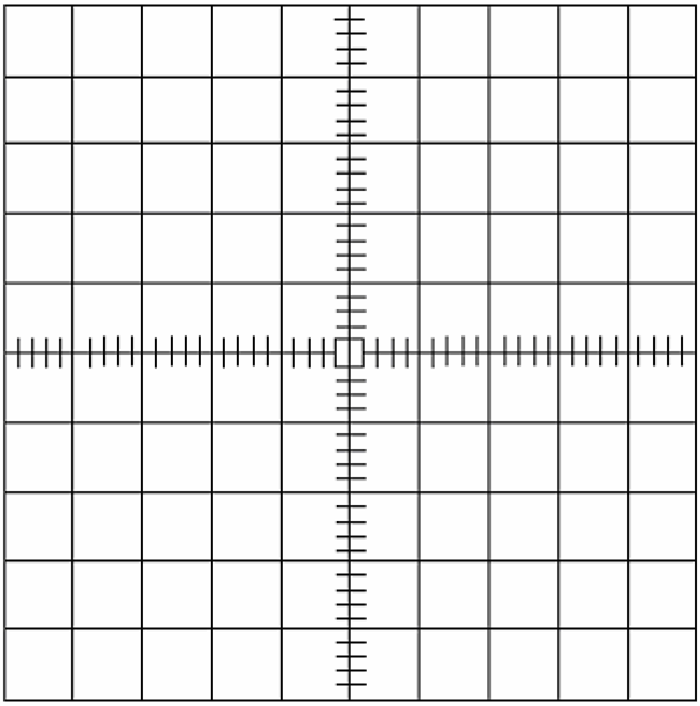


Y_1 = ...
Y_2 = ...
X = ...

اشارة الخرج مع المكثف

$Y_1 =$ ....
$Y_2 =$ ....
$X =$ ....

اشارة الخرج مع عكس الموحد والمكثف



مولدات الإشارة بواسطة المكبر التشغيلي

مولد موجة مربعة: Square Wave Genrator

قادح شميت: Schmitt Trigger

قادح شميت دائرة كثيرة الاستخدام لتحويل أي إشارة متغيرة إلى إشارة وصل / قطع حادة (أي سريعة التحويل بين القطع والوصل والعكس)، والدائرة تبدي ما يسمى بالتخلفية hysteresis .

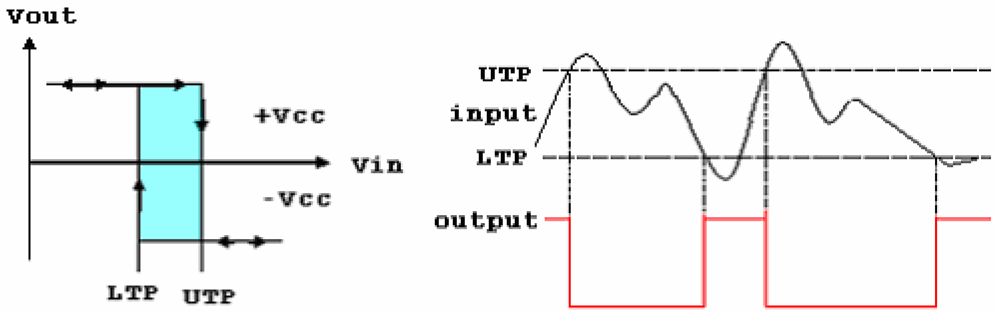
والشكل (٣ –٢) أفضل تلخيص لذلك، فالشكل (٣- ٢- أ) يوضح مايسمى بالتخلفية لقادرح شميت وهو العلاقة بين الدخل والخرج، وواضح أن الخرج يكون فقط إما موجب +Vsat أو سالب –Vsat .

ويوجد قيمتان لجهد الدخل هما:

١. جهد السقوط العلوي (نقطة القدح العلوي) UTP والتي يبدأ عندها جهد الخرج في التحول من جهد التشبع الموجب +Vsat إلى جهد التشبع السالب –Vsat .

٢. جهد السقوط السفلي (نقطة القدح السفلي) LTP والتي يبدأ عندها جهد الخرج في التحول من جهد التشبع السالب –Vsat إلى جهد التشبع الموجب +Vsat .

والشكل (٣-٢- ب) يوضح كيفية الحصول على موجة وصل / وقطع (وهي موجة مربعة غير دورية) من موجة متغيرة غير دورية باستخدام قادح شميت .



(٣ - ٢ - ب)　　(٣ - ٢ - أ)

الشكل (٣ - ٢)

في الشكل (٣ – ٢ – ب) يتضح الآتي :

١. يكون الخرج موجب وثابت ويساوي جهد التشبع +Vsat طالما أن جهد الدخل Vni أقل من جهد (نقطة) السقوط العلوي UTP .

٢. اذا زاد جهد الدخل Vin عن جهد السقوط العلوي يتحول الخرج إلى جهد التشبع السالب ويكون جهد الخرج يساوي –Vsat .

٣. يظل جهد الخرج سالب ويساوي $-Vsat$ طالما كان Vin أكبر من جهد (نقطة) السقوط السفلي LTP .

٤. إذا قل جهد الدخل عن جهد السقوط السفلي LTP يتحول جهد الخرج إلى جهد التشبع الموجب $+Vsat$ وهكذا .

المكبر التشغيلي كقادح شميت :

أحد تطبيقات المكبر التشغيلي هو استخدامه كقادح شميت حيث يمكن تحقيق قادح شميت متعدد الاستخدام (أي يمكن ضبط نقطتي القدح له) باستخدام المكبر التشغيلي OP . AMP ومقاومتين R1 و R2 كما في الشكل (٣ – ٣ - أ) ويكون جهد التشبع للخرج يساوي تقريباً جهد التغذية المستمرة للمكبر التشغيلي ($\pm Vsat = \pm Vcc$).

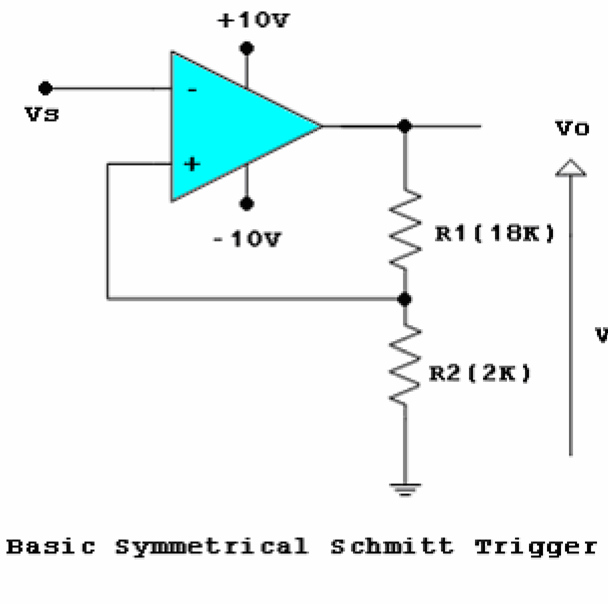
ويمكن تعيين نقطتي القدح العلوي (UTP) والسفلي (LTP) المتماثلتين واللتي عندهما يتحول الخرج من التشبع الموجب $+Vcc$ إلى التشيع السالب $-Vcc$ كالآتي :

عند نقطة القدح العلوي جهد الدخل يساوي

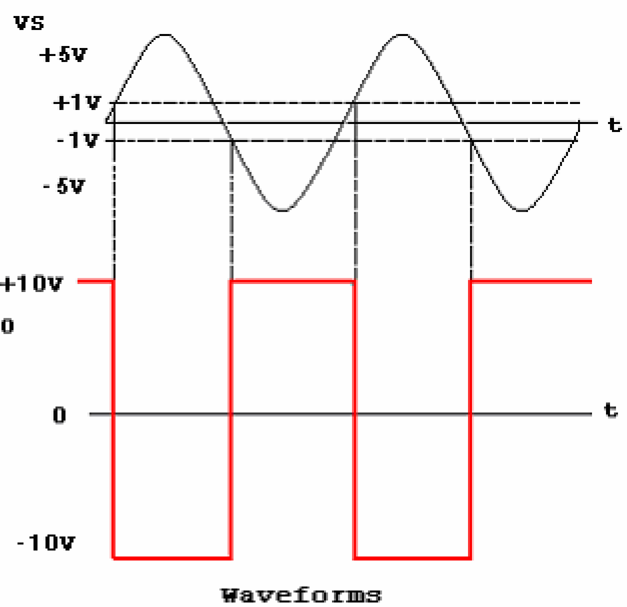
$$V1 = UTP = \frac{R2}{R1+R2} Vcc$$

عند نقطة القدح السفلي جهد الدخل يساوي

$$V2 = LTP = \frac{-R2}{R1+R2} Vcc$$



(أ – ٣ – ٣)



(ب – ٣ – ٣)

الشكل (٣ – ٣)

توليد موجة مربعة (دورية) :

١) باستخدام إشارة دخل دورية:

إحدى الطرق لتوليد موجة مربعة دورية هو استخدام موجة جيبية مناسبة لتسوق قادح شميت بشرط أن يكون جهد الذروة الموجب للموجة الجيبية أكبر من جهد السقوط العلوي وجهد الذروة السالب أكبر من جهد السقوط السفلي. كما في الشكل (٣ – ٣ – ب) .

فعند تطبيق موجة جيبية لها جهد ذروة يساوي 5V على دخل المكبر التشغيلي الذي يعمل كقادح شميت في الشكل (٣ – ٣ – أ) وإذا كانت قيمة كلاً من .

$$R2 = 2K\Omega \text{ - } R1 = 18K\Omega \text{ - } Vcc = \pm 10V$$

فان السقوط العلوي (V1 = 1V (UTP ، والسفلي (V2 = -1V(LTP ويكون شكل الخرج كماهو موضح بالشكل (٣ – ٣ – ب) حيث يكون :

١. جهد الخرج يساوي $-Vcc$ عندما (UTP) V1 = 1V < VS < V2 = -1V (LTP)
٢. جهد الخرج يساوي $+Vcc$ عندما V2 = -V1 < VS < V1 = 1V

ملاحظات :

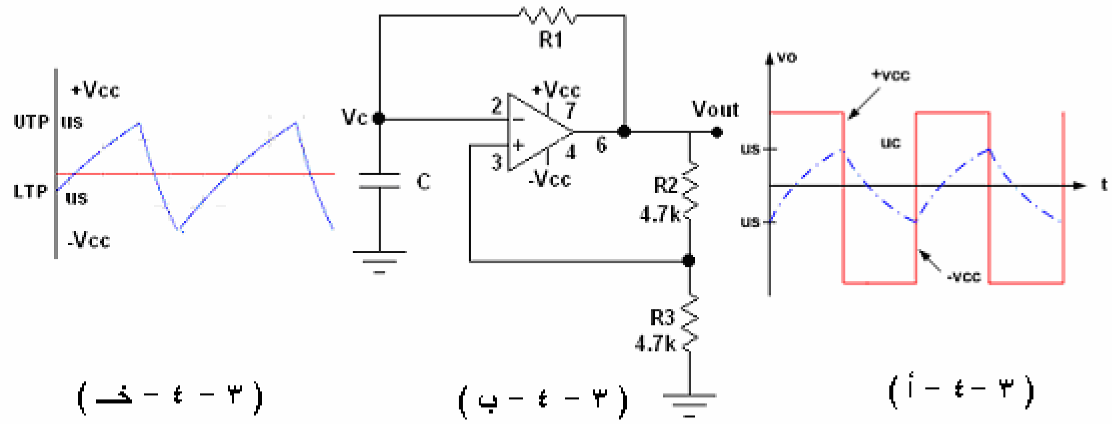
١) قيم كل من R1 و R2 و Vcc هي التي تحدد جهد السقوط العلوي V1 وجهد السقوط السفلي V2 لقادح شميت وعند التماثل Symmetrical .

$$V1 = V2 = \frac{R2}{R2+R1} Vcc = \beta Vcc$$ (حيث $\beta<1$).

٢) أي إشارة دورية ذروة أكبر من V1 و V2 تطبق على قادح شميت تنتج إشارة خرج مربعة الشكل بتردد يساوي تردد إشارة الدخل .

٢) توليد موجة مربعة دورية بدون إشارة دخل :

يمكن استخدام المكبر التشغيلي والذي يعمل كقادح شميت لتوليد موجة مربعة دورية بدون إشارة دخل وعندئذ يسمى بمذبذب شميت وذلك بتوصيل مقاومة R3 بين الخرج والدخل غير العاكس ومكثف C بين الأرضي والدخل غير العاكس كما في الشكل (٣ - ٤ - أ) ونتيجة لشحن وتفريغ المكثف C يرتفع الجهد وينزل عند الدخل العاكس في صورة أسية بين UTP و LTP وكما في الشكل (٣ - ٤ - ب) ويكون جهد الخرج موجة مربعة لها جهد يساوي $+Vcc$ و $-Vcc$ كما في الشكل (٣ - ٤ – جـ) .



(٣ - ٤ - خـ) (٣ - ٤ - ب) (٣ - ٤ - أ)

الشكل (٣ - ٤)

ويتحدد الزمن الدوري للموجة الأسية والمربعة بقيم كل من Vcc وقيمة R3 وقيمة C وجهد السقوط العلويUTP والسفلي LTP (أي بقيمة كل من R1– R2).

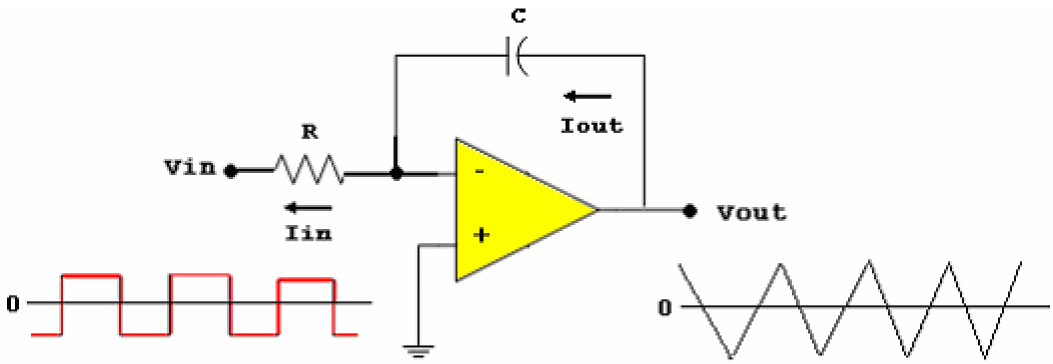
فعندما R2 = R1 = R3 يكون $T= 2.2 * C * R3$ و. T ري $F = \frac{1}{T} Hz$

مولد موجة مثلثة : Triangular Wave

الموجة المثلثة مهمة جداً وخصوصاً في أجهزة راسم الذبذبات والفولتميتر الرقمي ودوائر التلفزيون.

ويمكن الحصول على موجة مثلثة وذلك عن طريق شحن المكثف C بتيار ثابت.

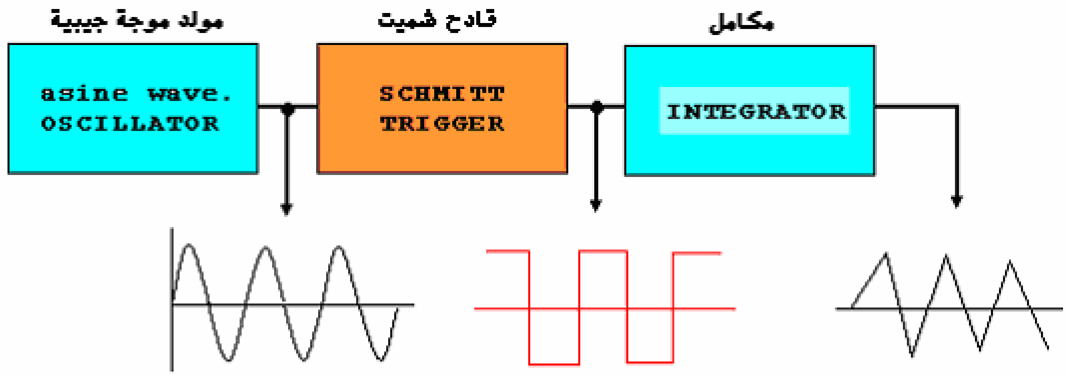
والشكل (٣ – ٥) يوضح كيفية استخدام المكبر التشغيلي للحصول على موجة مثلثة حيث يعمل المكبر هنا مكامل (Integrator).



الشكل (٣ – ٥)

وكما في الشكل للحصول على موجة مثلثة (موجة انحدار) نحتاج لتطبيق جهد دخل عبارة عن موجة مربعة بحيث تنتج تيار ثابت .

الشكل (٣ – ٦) يوضح المخطط الصندوقي لمولد إشارات ينتج موجة جيبية كإشارة دخل لدائرة قادح شميت فتنتج موجة مربعة في الخرج وخرج قادح شميت يدخل إلى مكبر تشغيلي يعمل مكامل فيتولد في الخرج إشارة مثلثة .



المخطط الصندوقي لتوليد موجة جيبية ومربعة ومثلثة

الشكل (٣ - ٦)

التجربة (السادسة)

دائرة مولد الإشارات المربعة والمثلثة

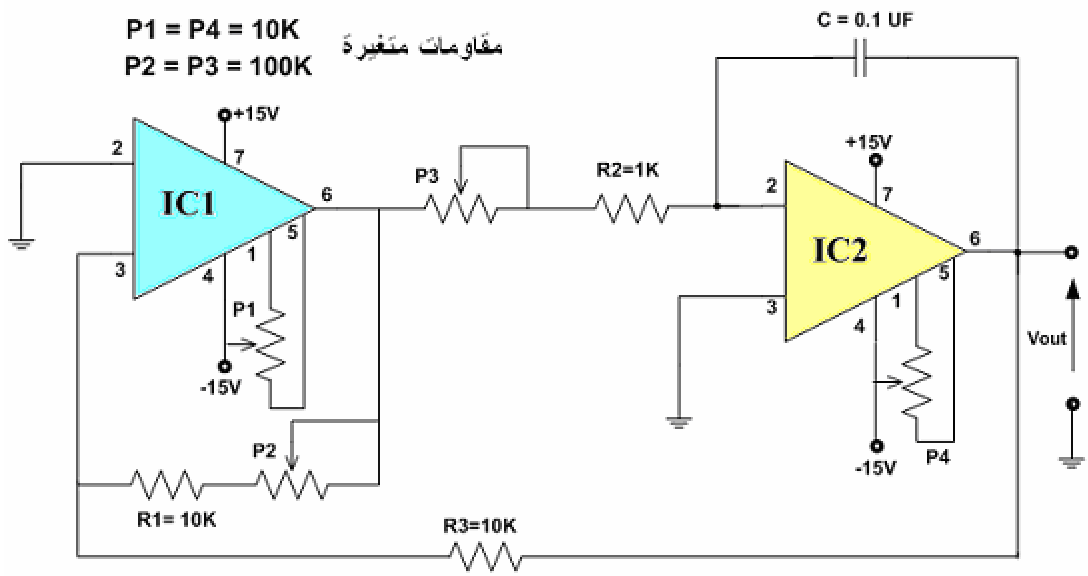
(Tringular and Square Wave Generator)

المقدمة:

الشكل (٣ – ٧) يوضح الدائرة العملية لتوليد موجة مثلثة بدون إشارة دخل وذلك باستخدام دائرتي مكبر تشغيلي. المكبر الأول IC1 يعمل كدائرة تكامل أي موجة مثلثة والموجة المثلثة مهمة جداً وخصوصاً في أجهزة راسم الذبذبات والفولتميتر الرقمي ودوائر التلفزيون. ويمكن الحصول على موجة مثلثة وذلك عن طريق شحن المكثف C بتيار ثابت.

والشكل (٣ – ٧) يوضح كيفية استخدام المكبر التشغيلي للحصول على موجة مثلثة حيث يعمل المكبر هنا مكامل (Integrator).

والمكبر الثاني IC2 يعمل كمقارن شميت بحيث إن جهد المقارنة أو مستوى المقارنة هو الموجود على الدخل العاكس لمكبر العمليات (السالب) . وتعتبر المقاومتان المتغيرتان P2 و P3 لضبط تردد وجهد الخرج . حيث يمكن الضبط بواسطة المقاومتان .



الشكل (٣ – ٧) يبين دائرة مولد الاشارة

العناصر والأجهزة المستخدمة:

- ✓ لوحة توصيل للتمرين.
- ✓ مصدر قدرة جهد مستمر ($\pm15V$ DC) .
- ✓ مقاومات نصف وات (مقاومات ثابتة-$1k\Omega - 10k\Omega$مقاومات متغيرة بقيمة ($100K\Omega$ و$10K\Omega$)
- ✓ مكبرعمليات عدد اثنين 741 .
- ✓ مكثف $0.1\mu f$.
- ✓ جهاز قياس متعدد الأغراض (AVO) .
- ✓ جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope) .

خطوات التجربة :

① وصل الدائرة العملية كما هو مبين في الشكل (٣ – ٧) ثم قم بتغذية الدائرة للمكبرات .

② باستخدام جهاز قياس الجهد افحص أطراف مكبر العمليات (IC1 – IC2) وسجل النتائج في الجدول رقم (1) .

③ اعرض فولتية الخرج باستخدام الراسم الكهربائي على القناة A ثم قم بضبط إشارة الخرج على تردد مقداره 500Hz وجهد 10Vpp وذلك من خلال المقاومتان (P2 و P3).

④ ارسم إشارة الخرج ثم أوجد القياسات التالية :

Vpp =

T =

⑤ افصل كلاً من المقاومتين المتغيرتين (P2 و P3) بعد وضع علامة على الجزء الفعال ثم قس كل مقاومة على حده بواسطة جهاز الاوم ميتر.

P2 = Ω

P3 = Ω

⑥ من خلال القانون التالي احسب تردد الخرج

$$F = \frac{R1 + P4}{4(P2 + R2)RC}$$

⑦ اعرض إشارة المكبر الأول على القناة B ثم ارسمها وأوجد القياسات التالية :

Vpp =

T =

الجدول رقم (١)

اطراف مكبر العمليات 741 (ارجل مكبر العمليات)								
IC1	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
IC2	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**

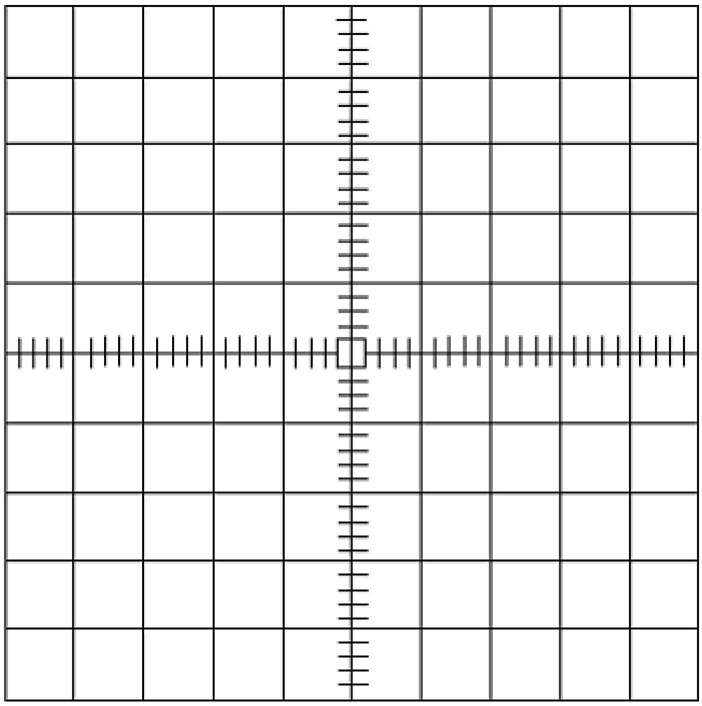
Y_1 = ...

Y_2 = ...

X = ...

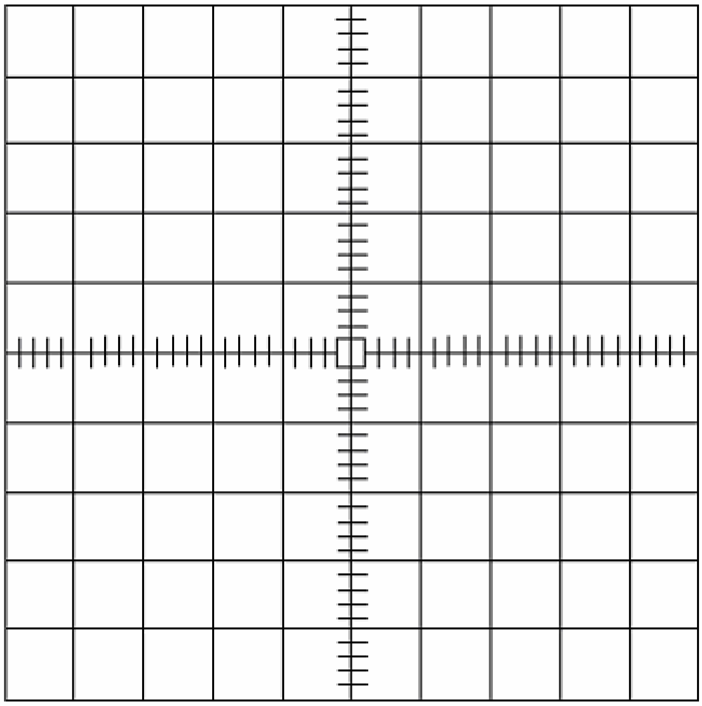
اشارة خرج المكبر الثاني

Vout



Y_1 = ...
Y_2 = ...
X = ...

اشارة خرج المكبر الاول



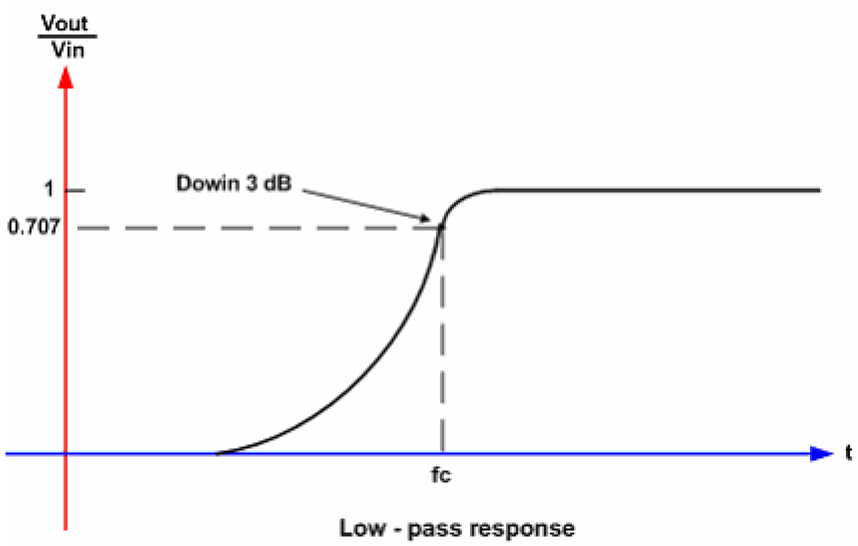
المرشحات الفعالة
Active Filters

المرشحات الفعالة (منخفض التردد _ وعالي التردد) :

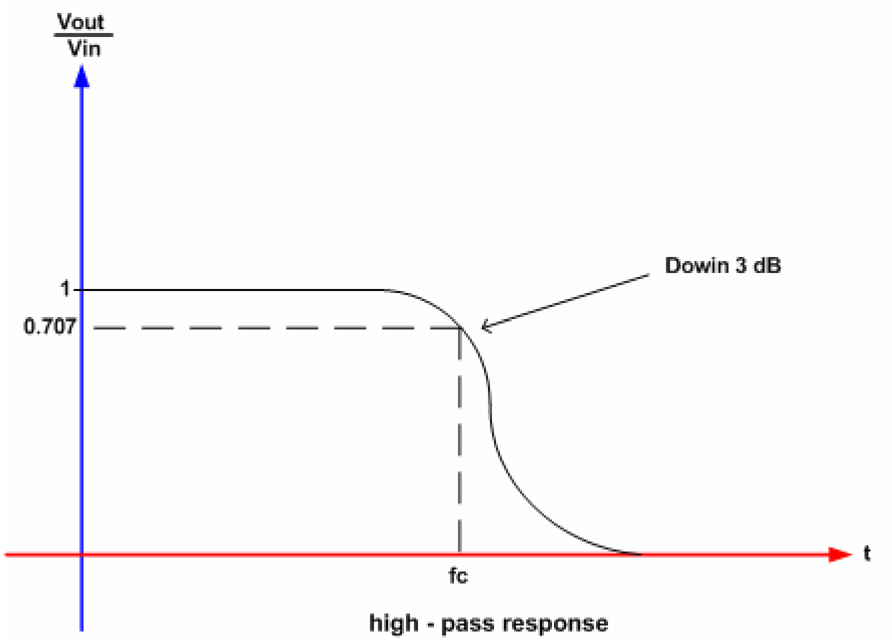
يعرف المرشح بأنة : دائر إلكترونية تستخدم لتمديد نطاق معين من الترددات ومنع الترددات الأخرى، والمرشح غير الفعال يستخدم العناصر غير الفعالة مثل: مقاومة ومكثف وملف .

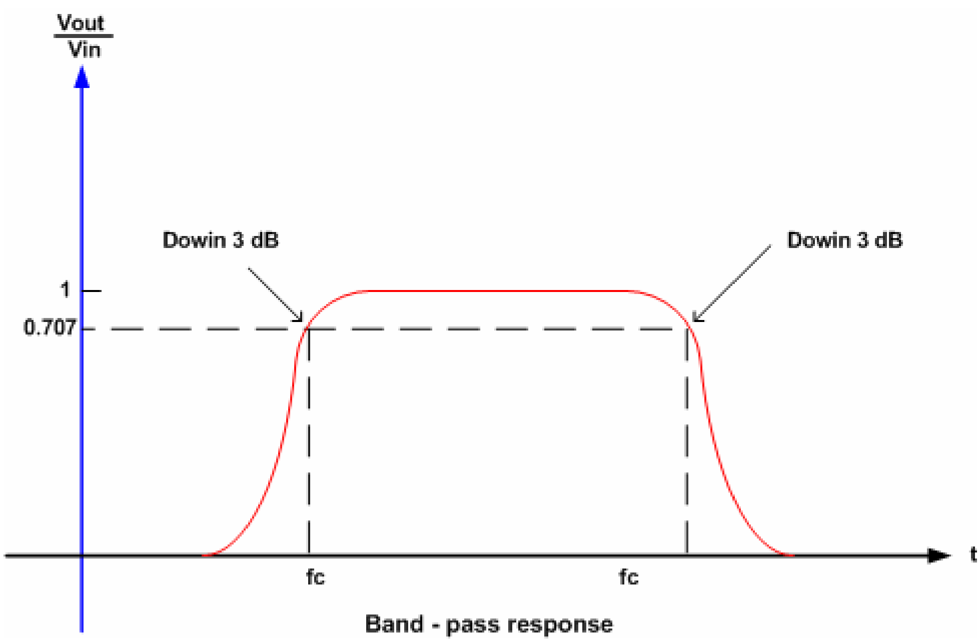
انواع المرشحات حسب تمريرها للتردد :

١. مرشح امرار تردد منخفض LPF حيث يمرر الترددات المنخفضة ويمنع الترددات العالية.
٢. مرشح امرار تردد عالي HPF يسمح للترددات العالية أن تمر ويمنع الترددات المنخفضة .
٣. مرشح امرار نطاق معين من الترددات BPF حيث يسمح لنطاق معين من الترددات أن تمر ويمنع الترددات الأعلى والأقل من هذا النطاق والشكل(٣ - ٨) يوضح منحنى الاستجابة لهذة المرشحات.



الشكل (٣ - ٨)





والمرشح الفعال : هو مرشح يستخدم عنصر فعال (المكبر التشغيلي) وعناصر غير فعالة (مقاومات ومكثفات).

مميزات المرشحات الفعالة :

١) حذف الملفات غالية الثمن كبيرة الحجم .

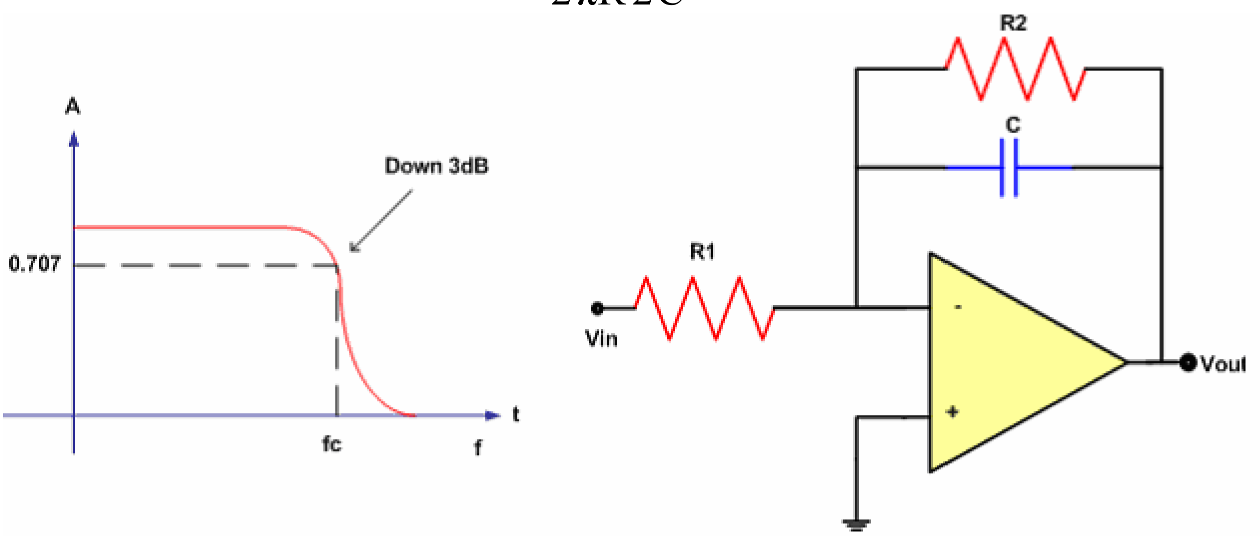
٢) يعطى كسب للجهد .

٣) لها مقاومة خرج صغيرة ، بمعنى أنها لاتسبب أي حمل للدائرة الموجود بها المرشح .

أ - مرشح امرار فعال تردد منخفض LPF :

الشكل (٣ – ١٠) يوضح مرشح امرار تردد منخفض فعال مرتبة أولى .

$$fc = \frac{1}{2\pi R2C}$$



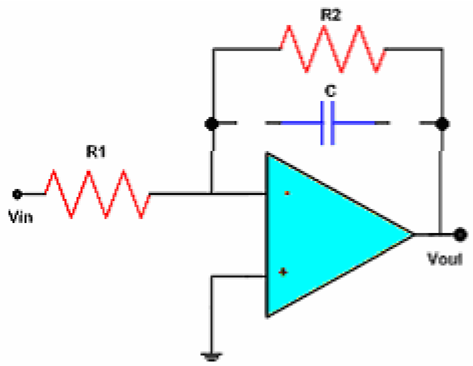
الشكل [٣ - ١٠]

عمل الدائر :

معاوقة المكثف $Xc = \frac{1}{2\pi f C}$

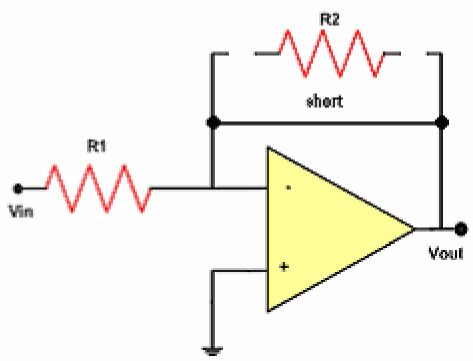
١) عند التردد المنخفض F << صغيرة ، فتكون مقاومة المكثف كبيرة ويظهر كأنه دائرة مفتوحة. ويعمل المكبر التشغيلي كأنه مكبر عاكس له كسب جهد يساوي $\frac{-R2}{R1}$.

٢) عند التردد العالي F >> كبيرة . تكون مقاومة المكثف صغيرة جداً ، وكأنه دائرة قصر (short) فيقل كسب الجهد حتى يصبح صفراً عند الترددات العالية جداً ، فيصبح جهد الخرج صفر .



عند التردد المنخفض

$VO = \frac{-R2}{R1} V$

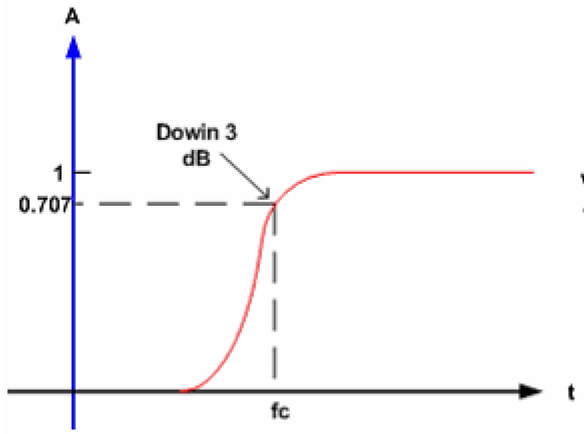


عند الترددات العالى جداً

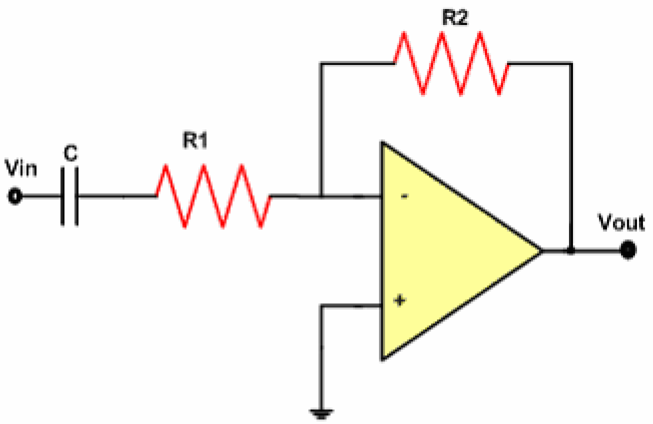
$VO \cong \frac{0}{R2} Vi = 0$

ب - مرشح فعال امرار تردد عالي Active High Pass Fillter :

الشكل (٤ – ١) يوضح المرشح الفعال المبسط لامرار التردد العالي .



شكل العلاقة بين التردد والكسب لمرشح HPF



شكل مبسط لمرشح فعال امرار تردد عالي (درجة اولى)

الشكل (٤ - ١)

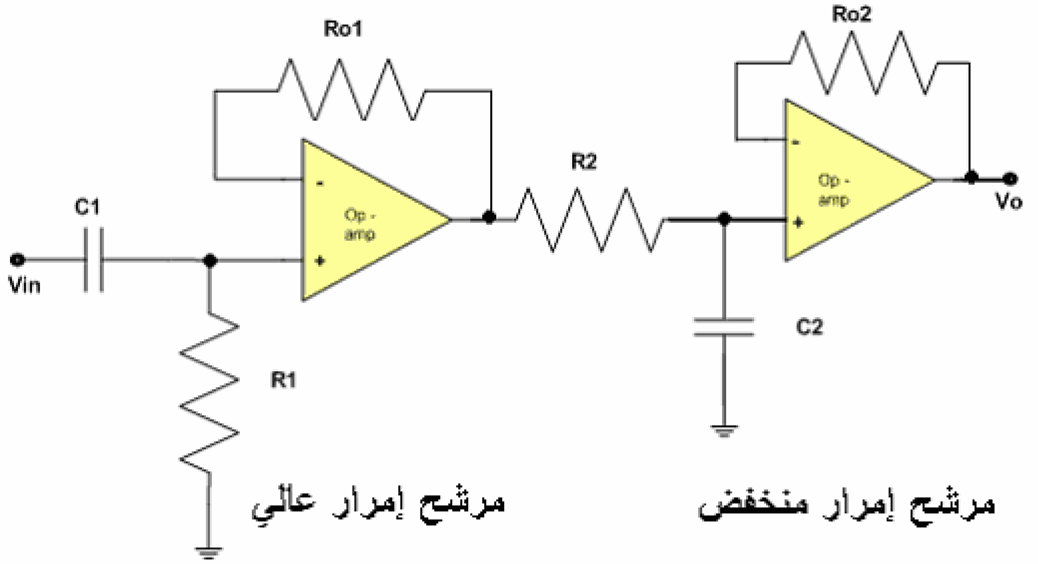
١) عند الترددات المنخفضة سيكون للمكثف مقاومة كبيرة جداً Xc >>> وهذا سيقلل كسب المكبر $AV = \frac{R2}{R1+Xc}$ فيكون الخرج صغير جداً $AV= \frac{R1}{R1+ \text{مقدار كبير جداً}}$ فيكون Av صغير.

٢) عند الترددات العالية (أكبر من FC) يصبح المكثف كأنه سلك (short) ويتحدد الكسب بالعلاقة بين R2 و R1 والمكبر نفسه $Av = \frac{R2}{R1}$ ويكون الخرج كبير .

٣) يتحدد تردد قطع كل من المكثف والمقاومة بالعلاقة $Fc = \frac{1}{2\pi CR1}$

ج - مرشح فعال امرار نطاق ترددي معين Active Band Pass Filter :

هذا النوع من المرشحات يمرر نطاق معين من الترددات ويمنع الترددات الأقل والأعلى من هذا التردد. ويسمح للإشارات المحتوية على تردد محصور بين Fo-L و Fo – H بالمرور بينما يوهن أو يضعف (يمنع) الإشارات التي تحوي ترددات أعلى أو أقل من ذلك . والشكل(٤- ٢) يوضح ذلك .



الشكل (٤ - ٢)



تستخدم لهذه الدئرة مرحلتين :

المرحلة الاولى : مرشح امرار عالٍ فعال .

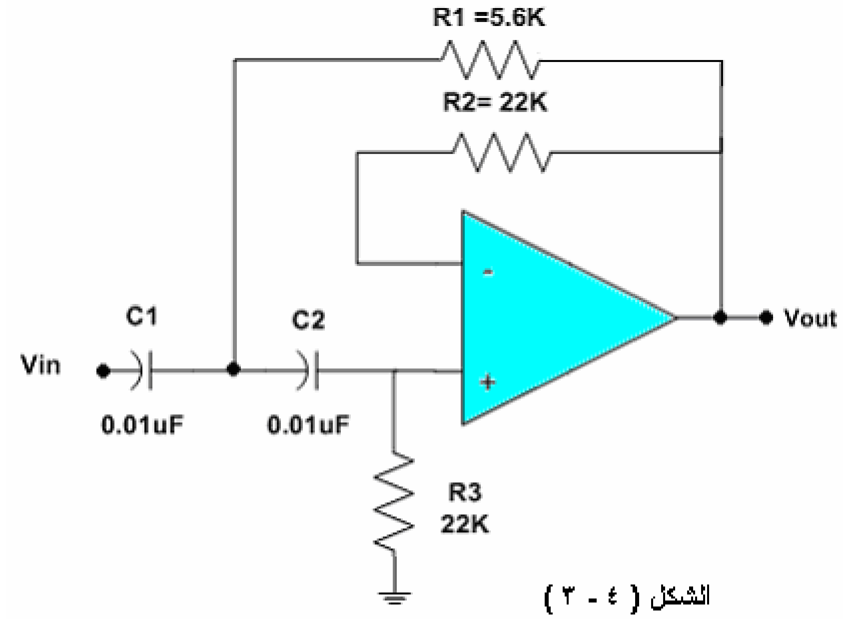
المرحلة الثانية : مرشح امرار منخفض فعال .

وتكون نتيجة توصيل هاتين المرحلتين هي دائرة مرشح امرار نطاق فعال .

(دائرة مرشح امرار فعال تردد عالي)

(Experiment for high – pass amplifier)

الدائرة العملية:



الشكل (٤ - ٣)

من خلال الشكل (٤ – ٣) وصل الدائرة العملية ثم قم بأخذ النتائج من خلال الجدول رقم واحد

خطوات التجربة :

١) قم بضبط مولد الذبذبات على موجة جيبية ذات تردد يبدأ من(10H إلى 15kHz) حسب ما هو موضح في الجدول (رقم ١) وجهد مقداره (5Vp.p) من خلال عرضها على الراسم الكهربائي للتأكد .

٢) وصل خرج مولد الذبذبات لداخل الدائرة Vin .

٣) بواسطة الراسم الكهربائي أوجد جهد الخرج Vout ثم سجل النتائج في الجدول

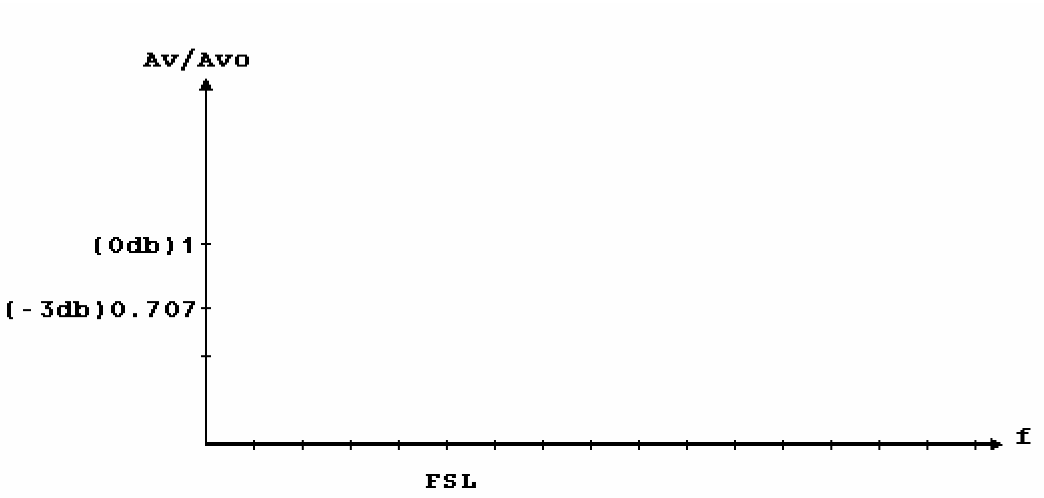
٤) قم بزيادة التردد حسب ماهو معطى في الجدول ثم أكمل النتائج .

٥) من خلال قانون الكسب أوجد قيمة Av ، $Av = \frac{Vo}{Vi}$

٦) قم برسم المنحنى من الجدول علماً بأن FS تعني تردد القطع السفلي .

الجدول رقم (١)

Vi f/Hz	10	50	100	200	400	600	800	1k	2k	3k	4k	6k	8k	10k	12k
Vo(p.p)															
Av															

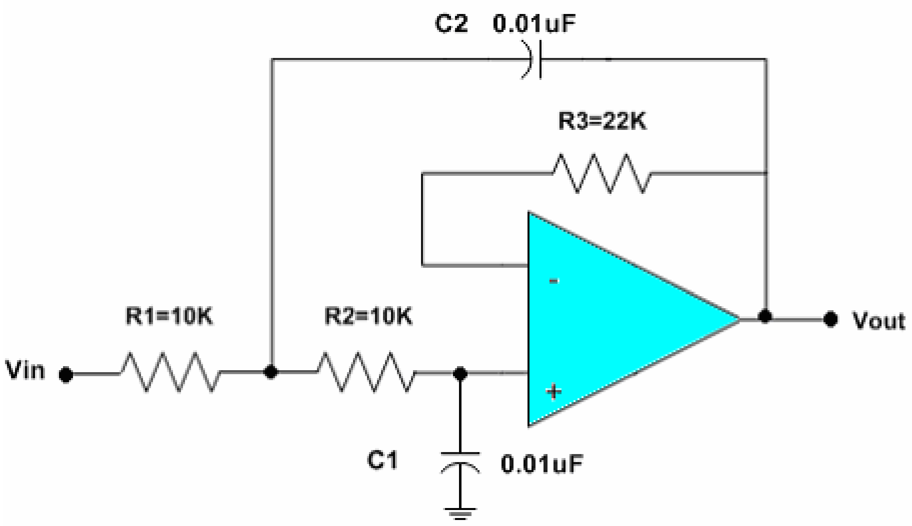


(التجربة الثامنة)

دائرة مرشح امرار فعال تردد منخفض

Experiment for Low – pass amplifier

الدائرة العملية:



الشكل (٤ - ٤)

من خلال الشكل (٤ - ٤) وصل الدائرة العملية ثم قم بأخذ النتائج من خلال الجدول رقم واحد .

خطوات التجربة :

١) قم بضبط مولد الذبذبات على موجة جيبية ذات تردد يبداء من(10Hz الى12kHz) الموضح في الجدول رقم (١) وجهد مقدارة (5Vp.p) من خلال عرضها على الراسم الكهربائي للتاكد

٢) وصل خرج مولد الذبذبات لداخل الدائرة Vin .

٣) بواسطة الراسم الكهربائي اوجد جهد الخرج Vout ثم سجل النتائج في الجدول

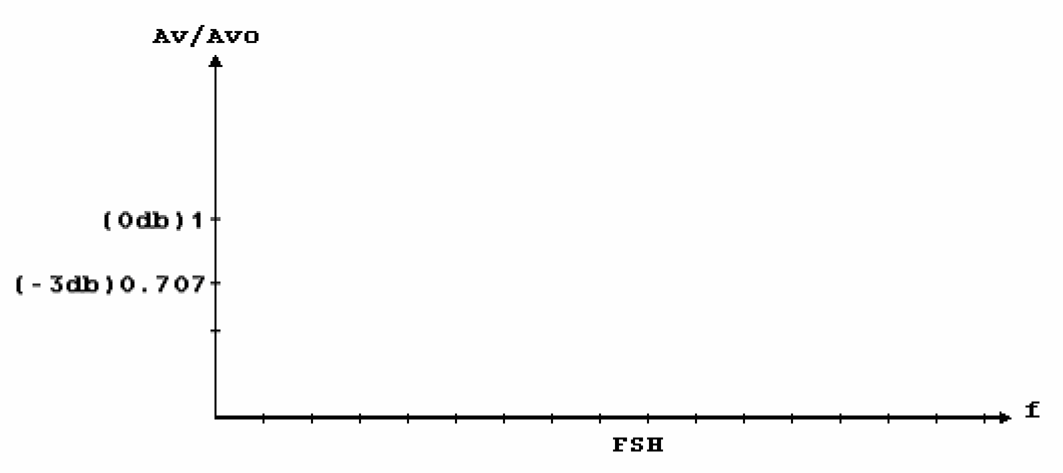
٤) قم بزيادة التردد حسب ماهو معطى في الجدول ثم اكمل النتائج .

٥) من خلال قانون الكسب أوجد قيمة Av ، $Av = \frac{Vo}{Vi}$

٦) قم برسم المنحنى من الجدول علماً بأن FSH تعني تردد القطع العلوي .

الجدول رقم (١)

Vi f/Hz	10	50	100	200	400	600	800	1k	2k	3k	4k	6k	8k	10k	12k
Vo(p.p)															
Av															



Av/Avo
(0db)1
(-3db)0.707
f
FSH

يعبأ هذا النموذج من قبل المتدرب

دوائر مكبر العمليات

الجدارة : فهم عمل المكبر التشغيلي وتطبيقاتة داخل المختبر .

اسم المتدرب/ - - - - - - - - - - - - - - -	التاريخ / - - - - - - -
رقم المتدرب / - - - - - - - - - - -	
	المحاولة ١ ٢ ٣ ٤
العلامة / - - - - - - - - - -	
كل بند يقيم بـ ٢٥ نقطة	الحد الأدنى لدرجة المتدرب ٨٠ ٪
درجة المتدرب / - - - - - - - - -	الحد الأعلى لدرجة المتدرب ١٠٠ ٪

بند التقييم	النقاط
✓ تطبيق قواعد تعليمات السلامة داخل الورشة.	
✓ معرفة المكونات الداخلية للمكبر .	
✓ معرفة كيفية عمل التطبيقات على المكبر .	
✓معرفة كيفية التقويم باستخدام المكبر.	
✓معرفة كيفية استخدام المكبر في توليد الاشارة .	
✓معرفة كيفية استخدام المكبر في المرشحات .	

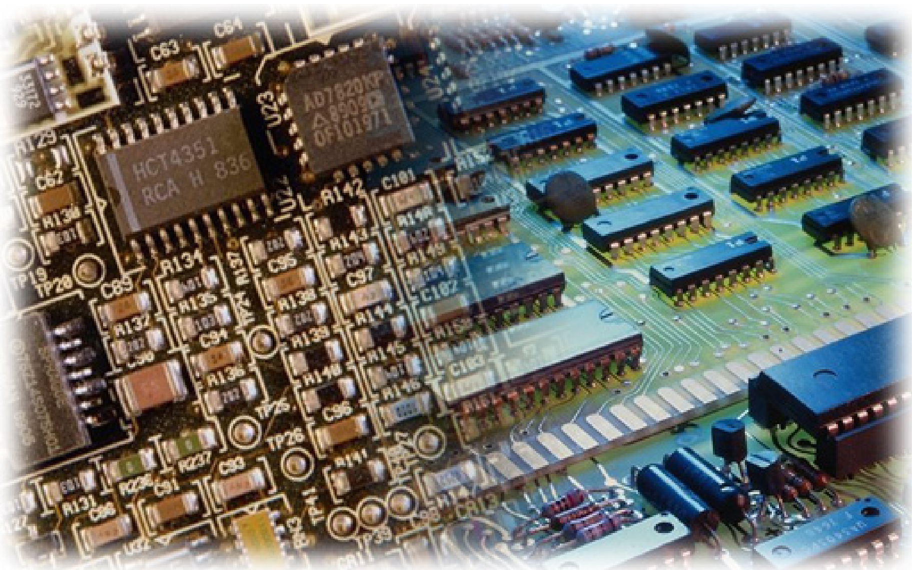
المملكـــة العربيـــة الســـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

دوائر وأجهزة إلكترونية

مولدات الإشارة

مولدات الإشارة

٢



مولدات الإشارة بواسطة المذبذب والمكبر التشغيلي

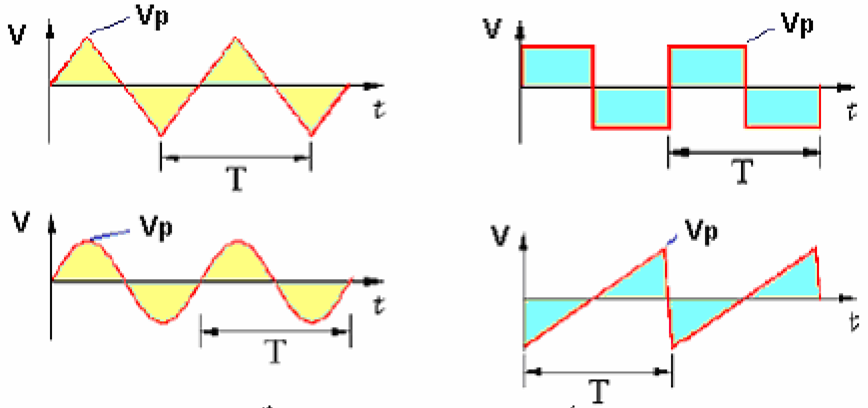
عند ما يكتمل هذا الباب يكون الطالب لدية القدرة على معرفة مايلي :

- ✓ معرفة كيفية توليد الإشارة بواسطة مكبر العمليات .
- ✓ معرفة خصائص و نظرية عمل المذبذب وشروطه لحدوث التذبذب .
- ✓ معرفة أنواع المذبذبات الجيبية وهي (LC ، هارتلي - Hartley ، RC) .
- ✓ عمل تجربة على المذبذب RC وأخذ النتائج عليها .

مولدات الإشارة بواسطة المذبذب والمكبر التشغيلي

المقدمة:

في كثير من التطبيقات الالكترونية نحتاج إلى توليد إشارات جيبية أو مربعة أو مثلثة أو سن المنشار أو غيرها ، والجدير بالذكر أن كثيراً من الأشكال الموجية في الدوائر الإلكترونية لاتتخذ الشكل الجيبي. ومع ذلك لاتزال معلوماتنا عن الموجات الجيبية ذات أهمية حيوية في هذه الحالة، لأنه يمكن اعتبار الموجات غير الجيبية كما سنرى فيما بعد، مركبة من عدد كبير من الموجات والشكلان (٤ – ٥) و(٤ – ٦) يوضحان مجموعة من الأشكال الموجبة وهي (الجيبية، المربعة، المثلثة، سن المنشار) ومن المعلوم أن الأشكال الموجية يكثر استخدامها في التطبيقات الإلكترونية ، والاتصالات.

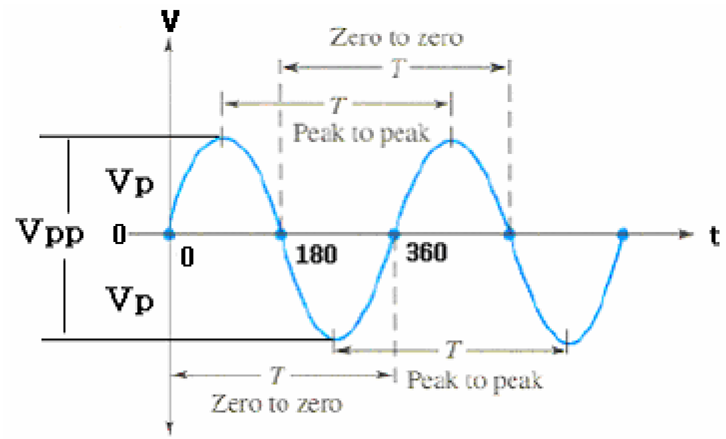


أشكال الإشارات الكهربائية

الشكل (٤ - ٥)

دراسة على الموجة الجيبية :

يسمى تغير الجهد من (0° إلى 180°) بنصف الموجة الموجبة ومن (180° إلى 360°) بالموجة السالبة وتتكون الدورة الكاملة من نصف موجب ونصف سالب، والشكل (٤ – ٦) يبين ذلك .



الشكل (٤ - ٦) يبين شكل الاشارة الجيبية

تعريفات للإشارة الجيبية:

القيمة العظمى (Vmax) : وهي أقصى قيمة موجبة يمكن أن تصل اليها الإشارة الكهربائية.

القيمة الصغرى (Vmin) : وهي أقل قيمة سالبه يمكن أن تصل إليها الإشارة الكهربائية.

فولتية القيمة العظمى (VP) : وهي أقصى قيمة يمكن الوصول إليها سواء كانت أعلى أو أسفل خط الصفر .

فولتية القيمة العظمى عظمى (Vp.p) : وهي ضعف القيمة العظمى (Vp.p = 2Vp).

فولتية القيمة الفعالة (Vrms) : وهي التي يمكن قياسها مباشرة بواسطة جهاز القياس $Vrms = \frac{Vp}{\sqrt{2}}$

ان الزمن الدوري (فترة الذبذبة) والتي يرمز لها بالرمز (T) تعرّف بالزمن اللازم لاتمام دورة كاملة من (0° إلى 360°) . ويقاس الزمن الدوري للموجة بالثانية (S) أو مضاعفات الثانية ويمكن قياس الزمن الدوري بين النقطتين W وX وبين النقطتين Y وZ أو بين أي نقطتين تحتويان على دورة كاملة من التغيرات.

ولحساب الزمن الدوري من راسم الإشارة يمكن تطبيق القانون العملي وهو .

T= عدد المربعات الافقية للاشارة الواحدة X مفتاح الزمن

كيفية حساب التردد للإشارة:

يمكن حساب التردد للإشارة بواسطة القانون التالي $F = \frac{1}{T}$

والتردد هو عدد الدورات في الثانية. ويرمز له بالرمز F ووحدته الهيرتز ويرمز له Hz ويمكن معرفة العلاقة بين الزمن والتردد من القانون . $F = \frac{1}{T} Hz$

مثال: الموجة التي يبلغ زمنها 2μs ($2 \times 10^{-6} s$) يكون لها تردد تبلغ قيمته

$$F = \frac{1}{2 \times 10^{-6}} = 0.5 \times 10^{-6} \, Hz = 500000 \, Hz = 500 \, KHz$$

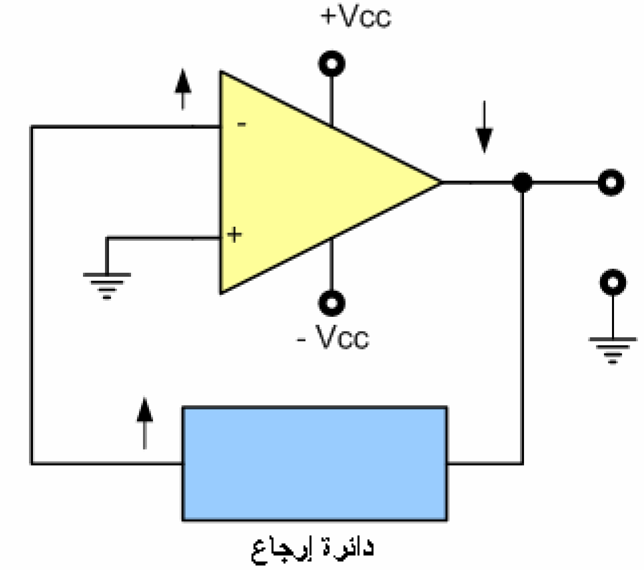
كيفية حساب الجهد للإشارة :

يمكن قياس الجهد للإشارة الجيبية أوغيرها بواسطة راسم الإشارة من خلال القانون العملي وهو عدد المربعات العمودية للإشارة من القمة إلى القاع (Vmax – Vmin) في مفتاح الجهد = Vp.p

المذبذبات الجيبية

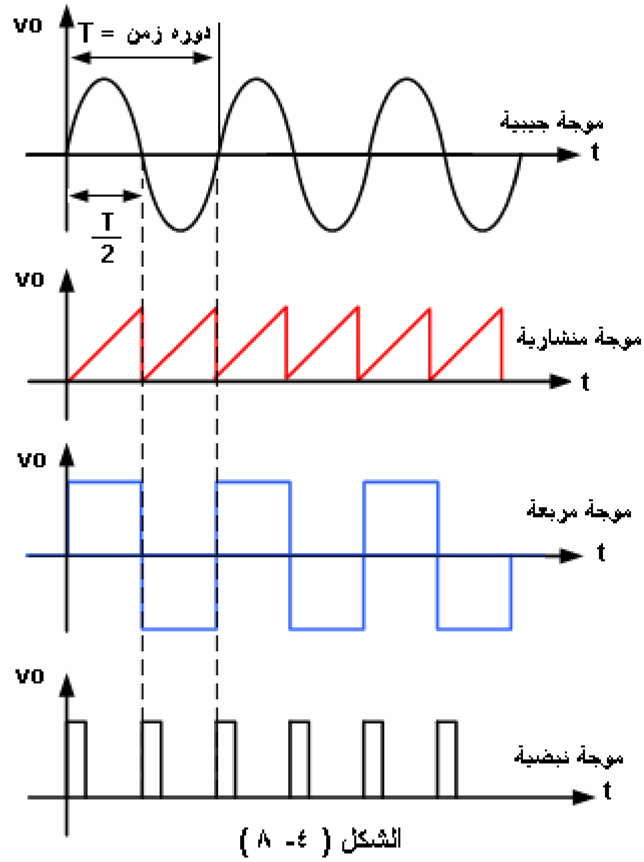
(Sinosiodal Oscillators)

تدعى الدائرة التي تقوم بتوليد إشارة جيبية بالمذبذب والتي تتألف عادةً من مضخم يربط بالصيغة المبينة في الشكل (٤ – ٧) . عند تغذية خرج المضخم إلى مدخله بحيث يتحقق جمع أو إضافة ينتج عند المطلع أنذاك إشارة كهربائية دورية دون الحاجة إلى إشارة دخل إضافية. يقوم المضخم في مثل هذه الحالة بواجب مذبذب حيث يقوم بتغيير فولتية التغذية المستمر (d.c) من مصدر القدرة Power Supply إلى إشارة دورية متغيرة (ac) مع الزمن.



الشكل (٤ - ٧)

وهناك احتمال الحصول على أشكال إشارات خرج متغيرة مع الزمن يمكن توليدها من مذبذبات أخرى كما هو مبين في الشكل (٤ – ٨) لأشكال هذه الموجات. تعتبر الموجة المربعة ذات علاقة بالموجة الجيبية. في الواقع يمكن تشكيل كافة الموجات المبينة في الشكل من الموجات الجيبية بنسب علو وترددات متناسبة.



الشكل (٤- ٨)

كيفية توليد موجة جيبية بواسطة المذبذب :

المذبذب هو دائرة إلكترونية تولد إشارة خرج متردد (AC-Sginal) بدون إشارة دخل وتعتمد نظرية عمله على التغذية العكسية الموجبة . حيث يمكن لنا أن نصنع دائرة مذبذب، التي هي دائرة تولد إشارة خرج بدون وجود إشارة دخل خارجية .

نظرية عمل المذبذبات الجيبية : Theory of Sinusaidal oscillation

لكي نبني دائرة مذبذب جيبي، فإننا نحتاج لمذبذب ذي تغذية عكسية موجبة، وفكرة استخدام تغذية عكسية موجبة من أجل تزويد إشارة للمدخل بدلاً من إشارة الدخل ، وذلك عندما يكون ربح الحلقة والطور مناسبان، ومن المعلوم أن المذبذب لا يولد طاقة ، وإنما هو يحول طاقة dc إلى طاقة ac . ومن المعلوم أن التغذية العكسية Feedback هي أخذ جزء من الخرج واعادته إلى الدخل بحيث تتحد (تنظم) الإشارة المرجعة مع إشارة الدخل الأساسية وتحدث تغير غير عادي في أداء النظام وخواصة . ويوجد نوعين من التغذية العكسية .

التغذية العكسية : Feedback

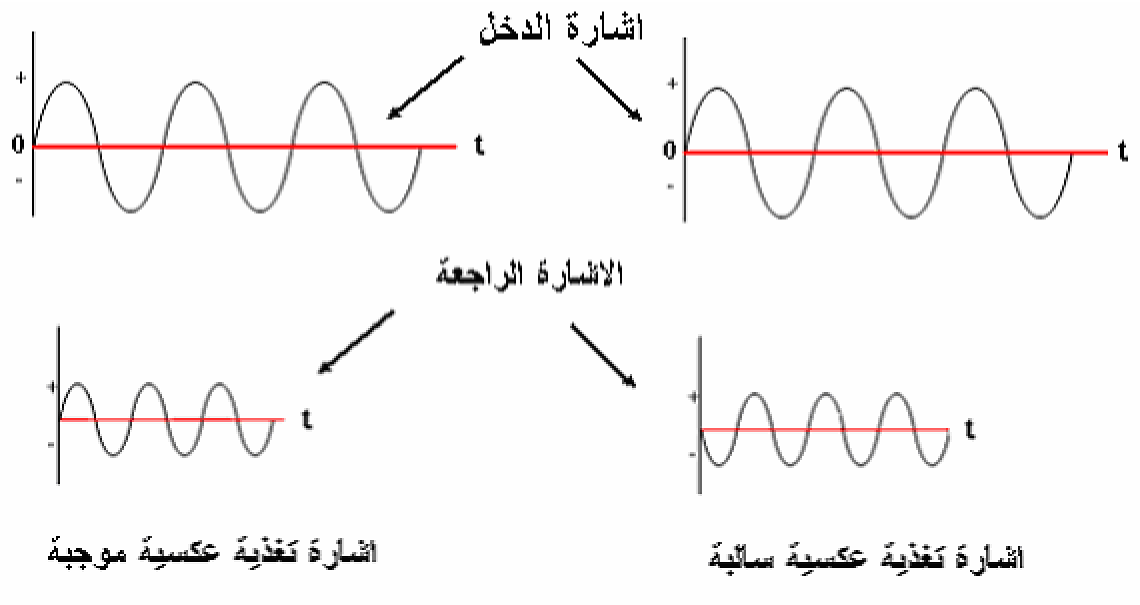
هي أخذ جزء من الخرج وإعادته إلى الدخل بحيث تتحد (تنضم) الإشارة الراجعة مع الدخل الأساسية وتحدث تغير غير عادي في أداء النظام وخواصه .

١) **تغذية عكسية سالبة** Negative Feedback

حيث تعاكس الإشارة الراجعة إشارة الدخل أي يوجد فرق في الطور يساوي 180° بين الإشارة الراجعة وإشارة الدخل أي يوجد فرق في الطور يساوي 180° بين الإشارة الراجعة والدخل.

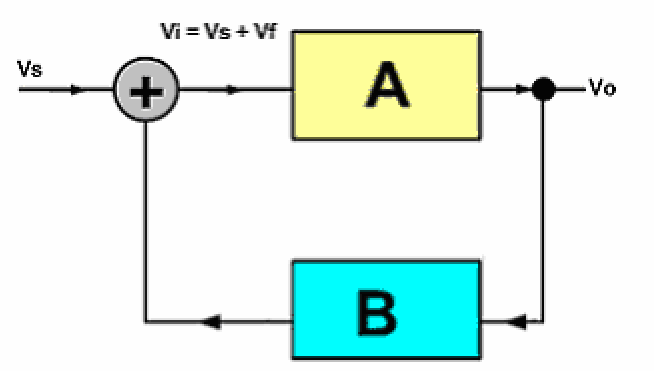
٢) **التغذية العكسية الموجبة** Positive Feedback

حيث تكون التغذية العكسية في نفس الطور مع إشارة الدخل (inphaase) أي تتفق كل من إشارة الدخل الإشارة الراجعة في الوجه والشكل (٤ - ٩) يوضح ذلك .



الشكل (٤ - ٩)

والشكل (٤ – ١٠) يوضح مخطط التغذية العكسية الموجبة ، حيث **A** كسب المكبر و **ß** معامل (كسب)، دائرة التغذية العكسية.



مخطط التغذية العكسية الموجبة

الشكل (٤ - ١٠)

ويمكن حساب الكسب الكلي للدائرة **Avf** من القانون التالي :

$$Af = \frac{A}{1 - A\beta}$$

حيث **Af** الكسب بعد التغذية العكسية.

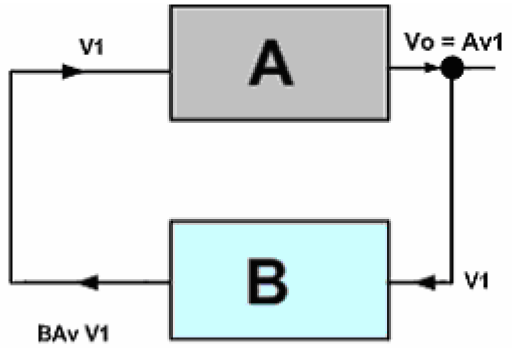
و **A** الكسب قبل التغذية العكسية .

و **ß** كسب نسبة التغذية العكسية

شروط حدوث التذبذب Conditions for Oscillation

سنوضح ونشرح الآن كيفية الحصول على إشارة خرج أو توليد ذبذبة كهربية وبدون إشارة دخل خارجية باستخدام مكبر التغذية العكسية الموجبة (مبدأ عمل المذبذب).

ماهي شروط حدوث أو استمرار التذبذب. من خلال الشكل (٥ - ١) يوضح مخطط التغذية العكسية الموجبة وبدون إشارة دخل خارجية .



مخطط مكبر تغذية عكسية بدون اشارة دخل خارجية

الشكل (٥ - ١)

أولاً:

دعنا نعرف كيفية الحصول على إشارة خرج بدون إشارة دخل خارجية دائرة المكبر تحتوي على مصدر للتغذية المستمرة ويتصل معه عناصر غير فعالة مثل المقاومات وغيرها لتوفير الانحياز اللازم لعمل المكبر وبسبب الحركة العشوائية للالكترونيات في العناصر غير الفعالة يتولد جهد ضجيج عبر المقاومة تردده يصل إلى أكثر من 1000GHz لذا يمكن أن تعتبر كل مقاومة كمنبع جهد ac ينتج كل الترددات ....

وهذه الظاهرة تسمى الضوضاء الكهربية Electrical noise وهي توجد دائماً في المكونات غير الفعالة وأسلاك التوصيل. ولذلك ففي حال توصيل مصدر القدرة في دائرة المكبر ورغم عدم وجود دخل ستكون هناك جهود شوشرة صغيرة جداً .

ولذلك في الشكل (٥ – ١) افترض وجود إشارة صغيرة جداً Vi عند دخل المكبر ناتجة عن الضوضاء الكهربية كما ذكرنا. بعد التكبير تعود الإشارة راجعة إلى الدخل وتكون قيمتها عندئذ تساوي Aßvi أي أن VF = Vi = Aßvi حيث VF خرج دائرة التغذية العكسية.

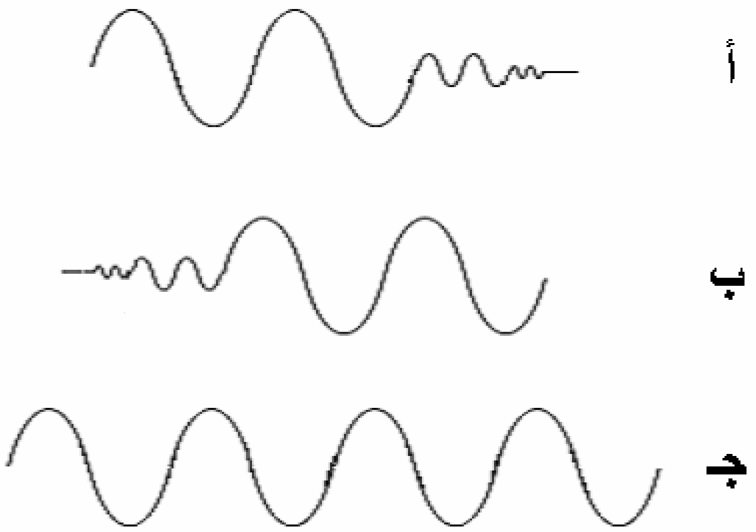
لذا يجب أن تكون الإشارة الراجعة VF (والتي تساوي Aßvi) في نفس الوجه inphase مع إشارة الدخل أي تجمع معها (وهو أول شرط من شروط التذبذب)، والشكل (٥ – ٢) يوضح ذلك .

الاحتمالات الثلاث للمذبذب هي :

١) إذاكان($Aß < 1$)أصغر من الواحد عندئذ يكون Aß vin أصغر من Vin وستتخامد إشارة الخرج كما هو مبين في الشكل (٥ - ٢ - أ) .

٢) إذاكان ($Aß > 1$) أكبر من الواحد عندئذ يكون Aß vin أكبر من Vin وسيتزايد جهد الخرج كما هو مبين في الشكل (٥ - ٢ - ب) .

٣) إذاكان (1 = Aß)تساوي الواحد عندئذ يصير Aß مساوياً لـ Aß Vin ويغدو جهد الخرج مستقراً كما هو مبين في الشكل (٥ - ٢ – جـ) .



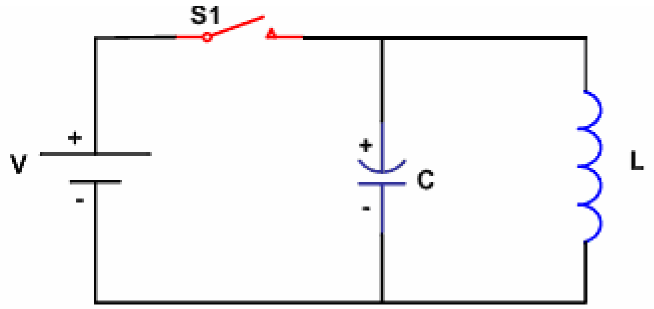
الشكل (٥ - ٢)

مذبذب LC لتوليد موجة جيبية :

من الممكن استخدام مذبذب LC لتوليد موجة جيبية للترددات المتوسطة حيث يتكون المذبذب أساساً من مكبر مغذية تفذية خلفية وبهذه التغذية الخلفية تولد موجة جيبية ذاتياً وهذا يحدث عندما تكون الإشارة المغذاة خلفياً (المرتدة) في نفس زاوية الوجه مع الدخل وبهذا يكون هناك زيادة مستمرة لخرج كل ذبذبة مما يعوض الاضمحلال الذي يحدث للموجة .

ومن خلال دائرة مذبذب(LC) المبينة في الشكل (٥ - ٣) يبدأ التذبذب عندما يغلق المفتاح S1 حيث يشحن المكثف C إلى جهد البطارية V وعند فتح المفتاح S1 يفرغ المكثف خلال الملف L وينشأ مجال مغنطيسي حوله ويولد قوة دافعة كهربية تأثيرية ذاتية تقاوم منشأ المجال المغنطيسي (تيار التفريغ المتناقص) فيشحن المكثف بقطبية معاكسة ، ثم يبدأ المكثف C التفريغ خلال الملف L في اتجاه معاكس للتفريغ الأول فينشأ المجال المغنطيسي ويشحن المكثف بالقطبية الأولى ويستمر التيار في التذبذب مكوناً موجة جيبية مضمحلة كما هو موضح في الشكل السابق (٥ - ٢ - أ).

حيث تردد الدائرة يساوي $fo = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$



الشكل { ٥ - ٣ }

ومن السهل استنتاج أنه إذا وصلت البطارية لدائرة التذبذب في الوقت المناسب نحصل على موجة متواصلة (Continous Wave) وغير مضمحلة. ولكن ليس من المنطق عملياً فتح وغلق المفتاح يدوياً خلال فترات زمنية لذا يستخدم مفتاح إلكتروني مثل الترانزستور ينتقل بين حالتى القطع (off) والتشبع، حيث يتم الغلق والفتح عن طريق التغذية الخلفية.

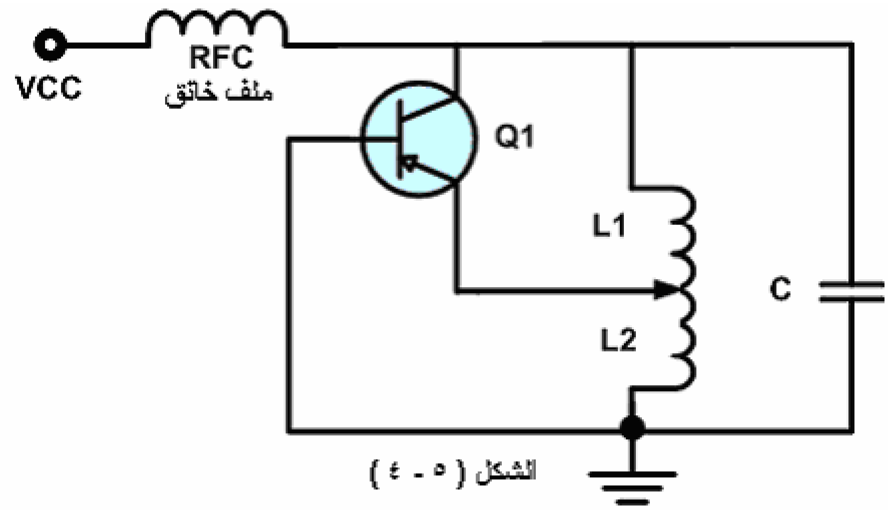
يوجد خاصيتان للمذبذب وهي :

١) أن الكسب من التغذية المرتدة يجب أن يساوي واحد.

٢) أن زاوية الوجه للتغذية المرتدة والدخل للمكبر يجب أن تكون ($360 * N$) حيث $N = 1, 2, 3, ..$

إن مكبرالمذبذب يضبط نفسة على الخاصيتين السابقتين حيث يتم شحن DC إلى دائرة الرنين والتي ينتج موجات جيبية ترددها هو تردد رنين الدائرة ويتم تكبيرها .

مذبذب هارتلي:



الشكل { ٥ - ٤ }

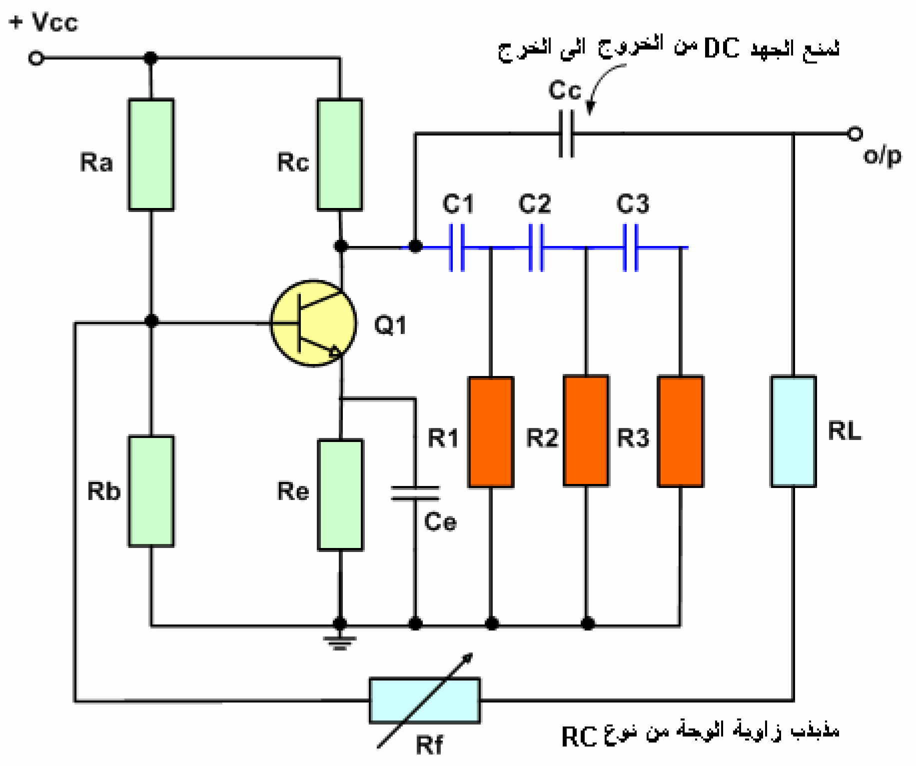
الشكل(٥- ٤) يبين الدائرة الأساسية لمذبذب هارتلي مبسطة. التغذية المرتدة للموجة تحدث بين

L2 , L1) L1 على خرج الترانزستور بينما L2 على دخل الترانزستور) وجزء من إشارة المكبر في خرج الترانزستور من على المجمع خلال L1 يذهب بطريقة الحث المتبادل بين L1 , L2 إلى قاعدة الترانزستور (الدخل) . الترانزستور موصل على طريقة الباعث المشترك وبذلك فإن الخرج يصنع زاوية مقدارها 180° مع الدخل وهناك أيضاً 180° تحدث بين الجزء المغذى عكسياً وبذلك يضع الجزء المرتد للتغذية العكسية $180^\circ + 180^\circ = 360^\circ$ وهذا يجعل الخاصية المقلوبة في المذبذب بالنسبة لزاوية الوجة وبالنسبة للتكبير فيمكن التحكم فيه بواسطة الترانزستور ويكون التردد مساوياً تقريباً للعلاقة الرياضية .

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L1+L2)C}}$$

مذبذب المقاومة والمكثف : RC

يوجد صعوبة لاستخدام مذبذب LC للحصول على ترددمنخفض حيث يتطلب هذا ان يصبح الحجم الحقيقي لمكونات دائرة الرنين LC كبيرة جداً ولذلك نستخدم مذبذب RC وهو يعتبر مناسب لتوليد الترددات الصغيرة نسبياً والترددات السمعية .



الشكل (٥ - ٥)

بالنظر إلى الدائرة الموضحة بالشكل (٥ - ٥) لايمكن التصور بانها قادرة على تشكيل موجة جيبية. ولاكن تعتمد هذة الدائرة على فكرة ان تردد واحد فقط يمكن أن تمر من خلال RC كدائرة بفرق

زاوية وجه مقدارها (180°) وهذة الزاوية تأخذ وضعها مع زاوية وجه أخرى بين الدخل والخرج للترانزستور (180°) وبذلك يتحقق تردد واحد فقط يظهر في الخرج ومن خلال التغذية المرتدة مع مضاعفات الزاوية(360°) .

ونظراً لأنه يتطلب من الدائرة عمل الزاوية لكي تمدنا بزاوية مقدارها 180° يتطلب ذلك على الأقل ثلاث مراحل من دائرة RC لأن أقصى زاوية انحراف وجهي تعطيها دائرة RC هي 90° ويمكن حساب التردد من القانون ($F = \frac{1}{18RC}$)

التجربة (التاسعة)

مذبذب المقاومة والمكثف

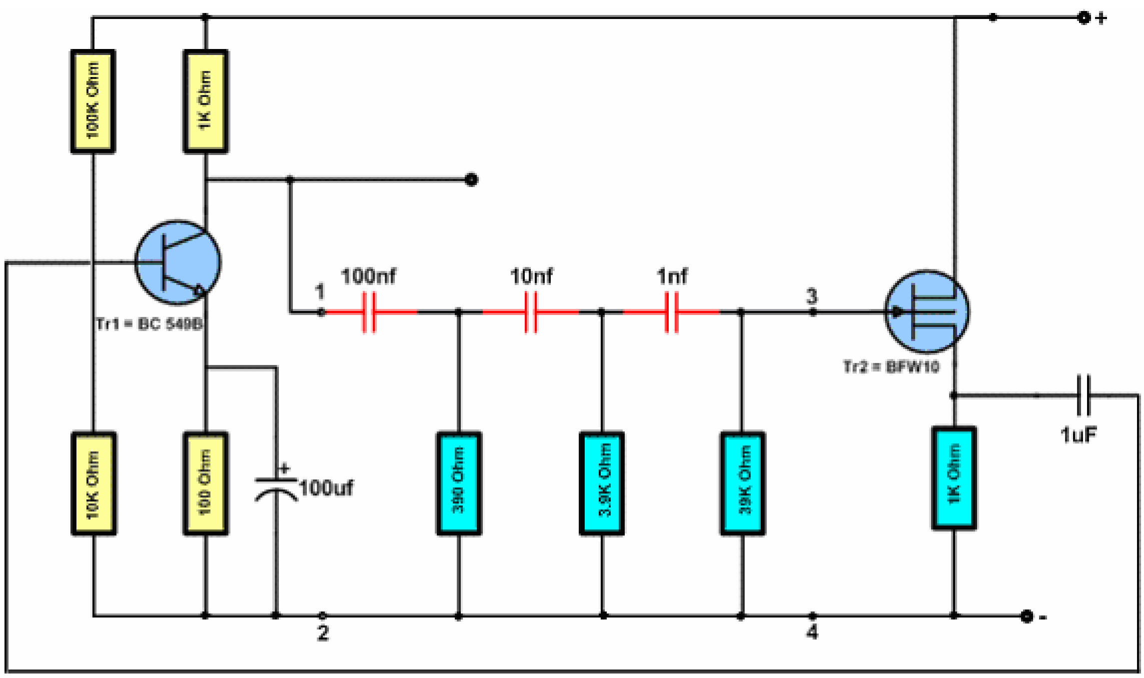
(Experiment RC)

الهدف من التجربة : هو توليد موجة جيبية بواسطة المذبذب RC وأخذ القياسات على الدائرة .

الاجهزة والعناصر المستخدمة :

- ✓ لوحة توصيل للتمرين.
- ✓ مصدر قدرة مستمر V DC .
- ✓ مقاومات نصف وات(390Ω - 3.9kΩ - 39kΩ - 100Ω -10kΩ - 1kΩ x2-100kΩ) .
- ✓ ترانزستورين (FET – BJT) Tr1 = BC 543B & Tr2 = BFW10 .
- ✓ عدة مكثف 100 µf - 1 µf – 100 nf – 10 nf – 1nf .
- ✓ جهاز قياس متعدد الأغراض (AVO) .
- ✓ جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope) .

الدائرة العملية:



الشكل (٥ - ٦)

خطوات التجربة :

- ✓ وصل الدائرة العملية الموضحة في الشكل (٥ – ٦) ثم قم بعمل القياسات التالية.
- ✓ وصل راسم الإشارة القناة A على دخل المذبذب (قاعدة الترانزستور Tr1 = 549B) وخرج المذبذب على (المجمع) للترانزستور Tr1 = BC549B .
- ✓ ابدأ بزيادة جهد مصدر التغذية ببطء إلى أن تبدأ الدائرة في التذبذب ثم اضبط مصدر الفولتية إلى أن يصبح خرج المذبذب بدون تشويه (تكون الفولتية تقريباً Vpp = 1V to 2 V) .
- ✓ ارسم شكل إشارة الخرج والدخل متزامنتين ثم أوجد الزمن T والتردد لإشارة الخرج (المجمع) للترانزستور Tr1 = BC549B .

T =
F =

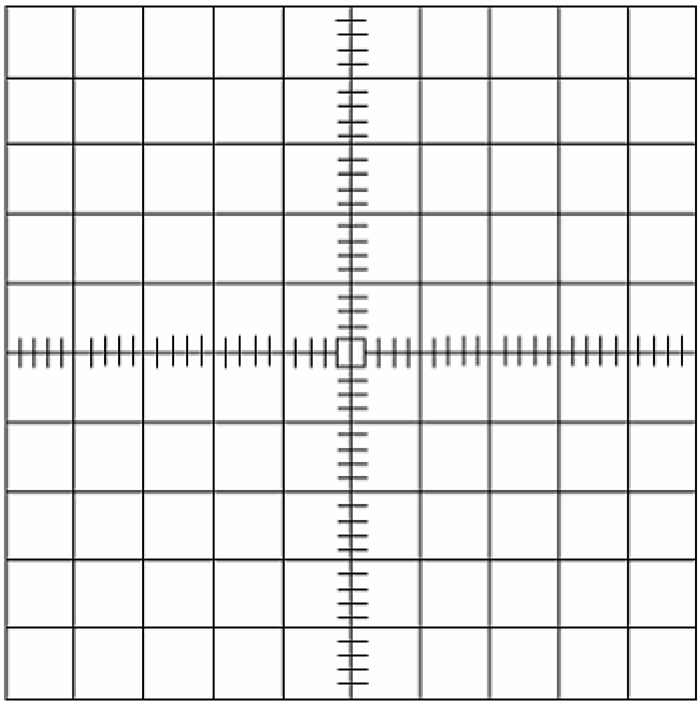
- ✓ أوجد تكبيرالمرحلة الأولى للترانزستور Tr1 = BC549B.

AV =

- ✓ ارسم موجة المرشح الأول ثم المرشح الثاني ثم المرشح الثالث متزامنة (أي على مسقط واحد) .
- ✓ من خلال الأشكال أوجد الجهد (Vpp) والزمن (T).

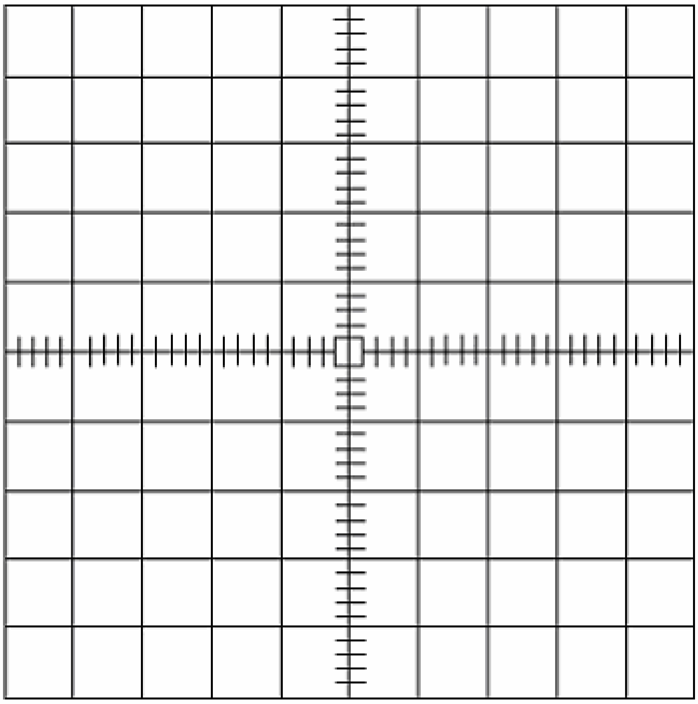
Y_1 = ...
Y_2 = ...
X = ...

اشارة دخل المرشح



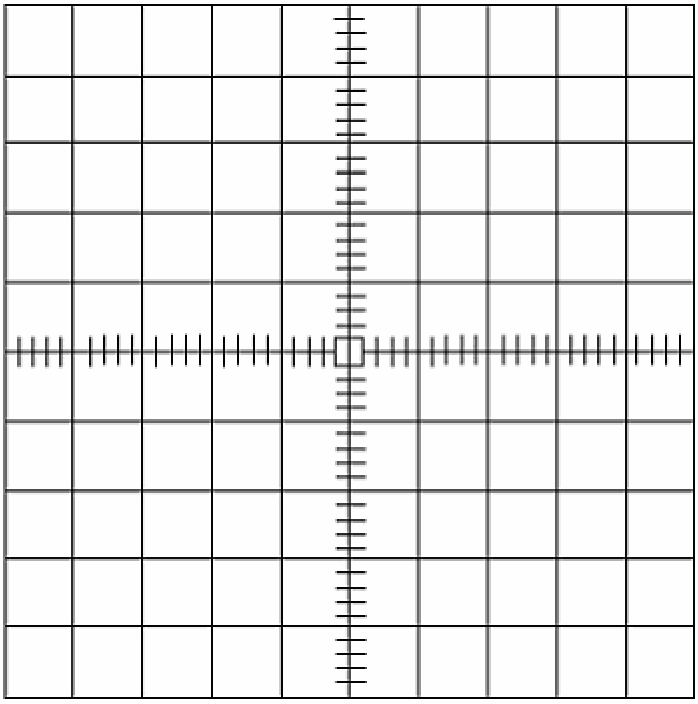
Y_1 = ...
Y_2 = ...
X = ...

اشارة خرج المرشح



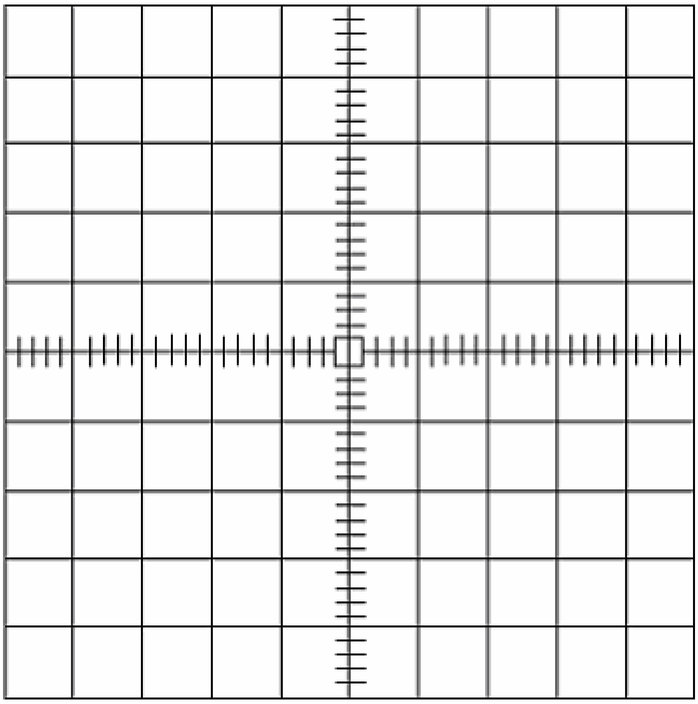
Y_1 = ...
Y_2 = ...
X = ...

اشارة المرشح الاول
و
اشارة المرشح الثاني



Y_1 = ...
Y_2 = ...
X = ...

اشارة المرشح الثالث



يعبأ هذا النموذج من قبل المتدرب

دوائر مكبر العمليات

الجدارة : معرفة كيفية توليد الإشارات داخل المختبر .

اسم المتدرب/ - - - - - - - - - - - - - - - - - -	التاريخ / - - - - - - -
رقم المتدرب / - - - - - - - - -	المحاولة ١ ٢ ٣ ٤
العلامة / - - - - - - -	
كل بند يقيم بـ ٢٥ نقطة	الحد الأدنى لدرجة المتدرب ٨٠ ٪
درجة المتدرب / - - - - - - -	الحد الأعلى لدرجة المتدرب ١٠٠ ٪

بند التقييم	النقاط
✓ تطبيق قواعد تعليمات السلامة داخل الورشة.	
✓ معرفة أنواع مولدات الإشارة واستخدامها .	
✓ معرفة كيفية حساب التردد والجهود .	
✓معرفة مولدات الإشارة الجيبية.	
✓معرفة كيفية توليد الإشارة غير الجيبية(مربعة /مثلثة/سن منشار) .	

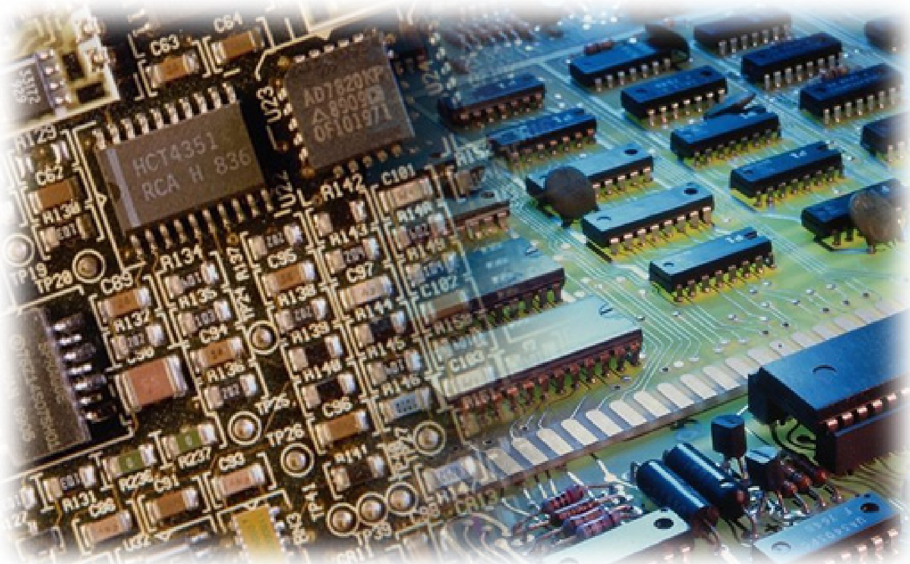
المملكــة العربيــة الســعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

دوائر وأجهزة إلكترونية

المؤقتـات

المؤقتـات

٣



المــؤقّــتات

Timers

عند ما يكتمل هذا الباب يكون الطالب لديه القدرة على معرفة مايلي :

- ✓ معرفة تركيب وخصائص واستخدام المؤقتات باستخدام (555).
- ✓ معرفة كيفية حساب التردد وعرض النبضة للمؤقت (555) .
- ✓ عمل تطبيقات نظرياً على المؤقت (555) أحادي الحالة ، ثنائي الحالة ، مؤقت متغير التردد/متغير الاتساع .
- ✓ عمل تجربة مخبرية على المؤقت (555) لكلٍ من عديم الاستقرار ، أحادي الاستقرار وأخذ النتائج لها .

الموقّـتات

Timers

المقدمة :

تحتاج الدوئر الرقمية في معظم الأحيان إلى مصدر يعطيها نبضات محددة بدقة. وبشكل عام يكثر الطلب على نبضات منفردة ذات أمد معين (أي احادية الطلقة) One Shot أو على تتابع متواصل من النبضات بتردد ودورة خدمة معينين. بدلاً من محاولة إعداد دوائر مؤلفة من بوابات منطقية قياسية لتلبية هذه المتطلبات، ومن الأبسط عادة والأقل كلفة الاستفادة من دوائر متكاملة عامة الاستعمال وتعرف جميعها باسم المؤقّتات (Timers) ويمكن في العادة تشكيل تلك المكونات للتشغيل الأحادي الحالة المستقرة (Mono Stable) أو للمستقر (Astble). ولاتحتاج إلا لبضعة مكونات خارجية تحدد بارامترات تشغيلها.

في حالة التشغيل الأحادي الحالة المستقرة، تكون النبضات الأحادية الطلقة مشابهة لتلك التي تولدها مولدات النبضات الأحادية الحالة المستقرة، وهي تتمتع بدقة واستقرار أفضل عند الحاجة إلى امداد أطول للفترة المستقرة.

أما فيما يتعلق بالتشغيل اللامستقر(بمعنى تناوب الحالتين العالية والمنخفضة في المخرج فيمكن اعتبار الدائرة شكلاً من أشكال المذبذب الحر).

مميزات النبضات :

تستعمل المصطلحات التالية بشكل شائع لوصف نبضات الخرج الناتجة عن دوائر الموقّتات الاحادية الحالة المستقرة واللامستقرة.

تردد تكرار النبض (p . r .f) Pulse Repetition Frequency

تردد تكرار النبض هو ببساطة عدد النبضات الحاصلة في فترة زمنية معينة(ثانية واحدة مثلاً) فالشكل الموجي الذي يتصف بتردد تكرار نبض (p.r.f) قدره 1 كيلو هيرتز يأتي بمعدل 1000 نبضة في الثانية.

دور النبضة : Pulse Period

دور الشكل الموجي للنبضة هو الوقت الذي تستغرقه دورة كاملة واحدة للنبضة. إذن، الدور هو مقلوب تردد تكرار النبض (p.r.f)، أي

$$t = \frac{1}{p.r.f}$$

وهكذا فإن دور النبضة في المثال أعلاه سيكون 1 / 1000 ثانية، أو 1 مللي ثانية.

دور الخدمة : Duty Cycle

دورة الخدمة للشكل الموجي للنبضة هي نسبة وقت الوصل (ton) إلى حاصل جمع وقتي الوصل والفصل (toff) معاً. ويعبر عن دورة الخدمة في معظم الأحيان بالنسبة المئوية، أي أن :

$$\text{دورة الخدمة} = \frac{ton}{ton + toff} X 100\%$$

الشكل الموجي الذي يكون عالياً (On) لمدة 1 مللي ثانية و منخفضاً (Off) لمدة 1 مللي ثانية، يتصف بدورة الخدمة قدرها 50% (أي أن النبضة تكون موجودة بنصف الدورة).

نسبة العلامات إلى الفسحات Mark to Space Ratio :

ان نسبة علامات إلى فسحات الشكل الموجي للنبضة هي نسبة وقت ارتفاع النبضة إلى وقت انخفاضها. وهكذا فإن نسبة العلامات إلى الفسحات $= \frac{ton}{toff}$

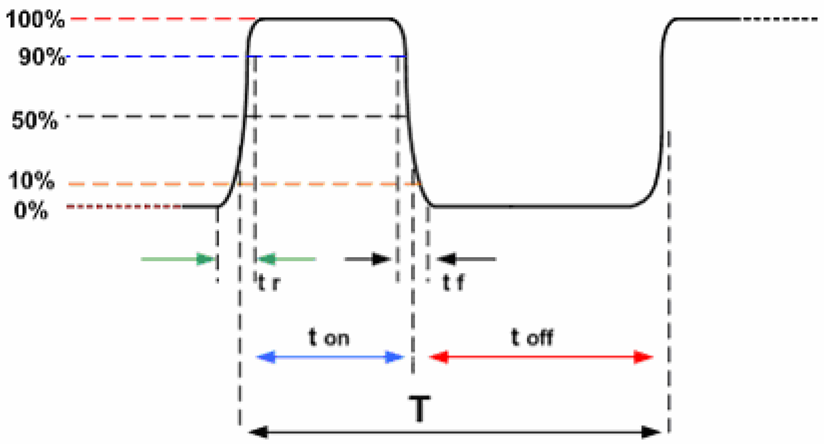
عرض النبضة : Pulse Width

أن عرض نبضة ذات شكل موجي مستطيل هي الفاصل الزمني الذي يقاس عند منتصف الاتساع أي الذي تكون النبضة فيه عالية أو موصولة.

وقت الصعود : Rise Time

وهو الفاصل الزمني بين نقاط 10% و 90% من اتساع النبضة. وطبعاً فإن وقت صعود النبضة المثالي سيكون صفراً.

يوضح الشكل (٥ – ٧) شكلاً موجياً نموذجياً للنبضة، وتظهر عليه البارامترات المختلفة التي استعرضناها أعلاه .

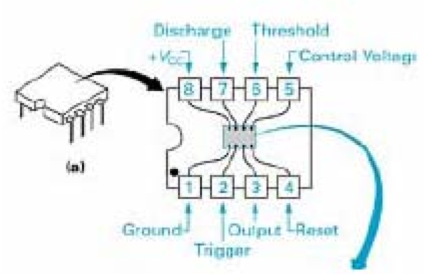


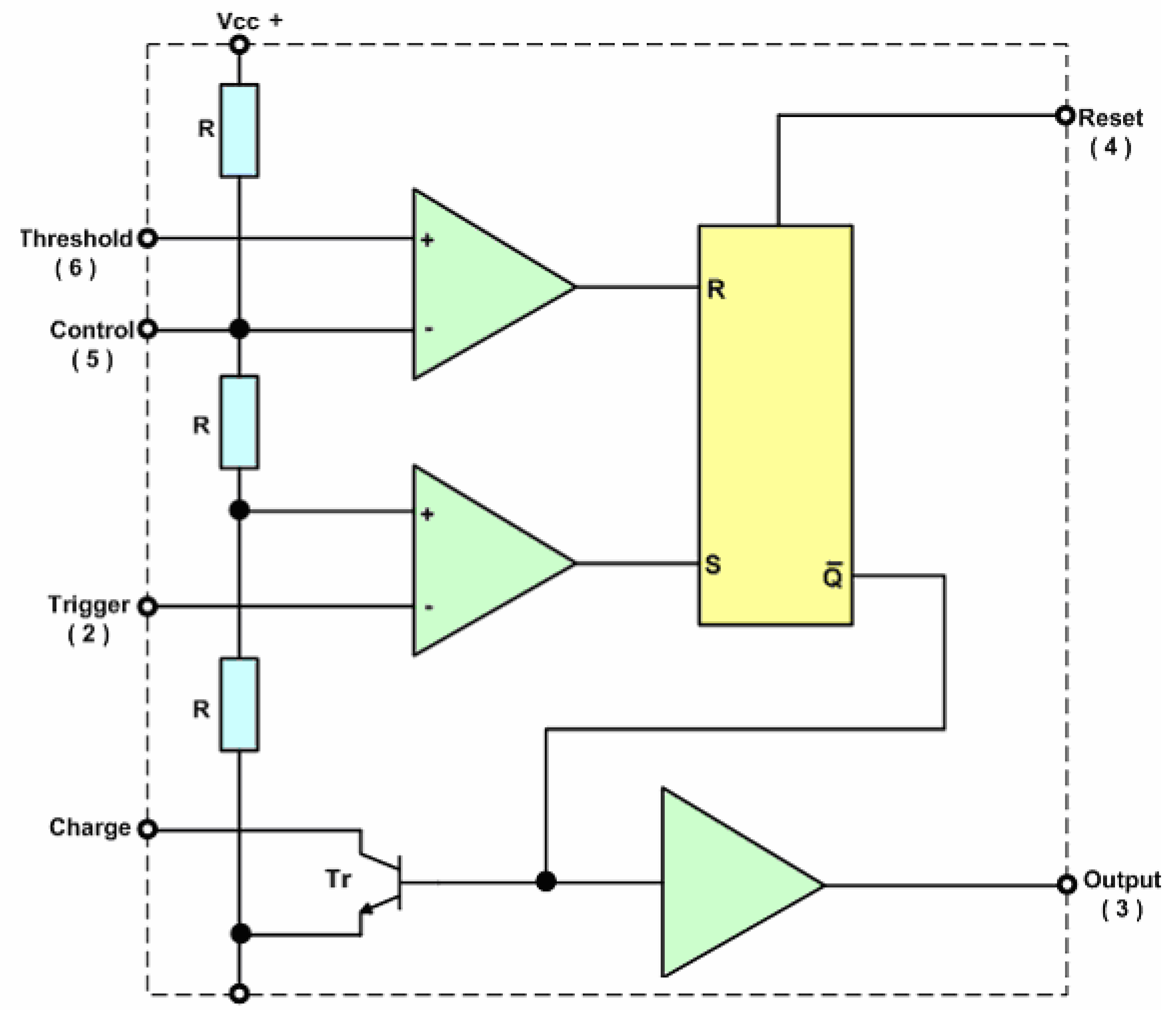
بارا مترات النبضة
الشكل (٥ - ٧)

الموقّت الزمني ٥٥٥
The 555 Timer

يعتبر الموقّت 555 أوسع الرقاقات انتشاراً دون منازع. فهو ليس مجرد خليط متقن من الدوائر التماثلية والرقمية. بل يمكن القول أن لاحدود لتطبيقاته في عالم توليد النبضات الرقمية.

ولفهم كيفية اشتغال هذا الموقّت، سنتوقف بعض الوقت أمام دوائره الداخلية.



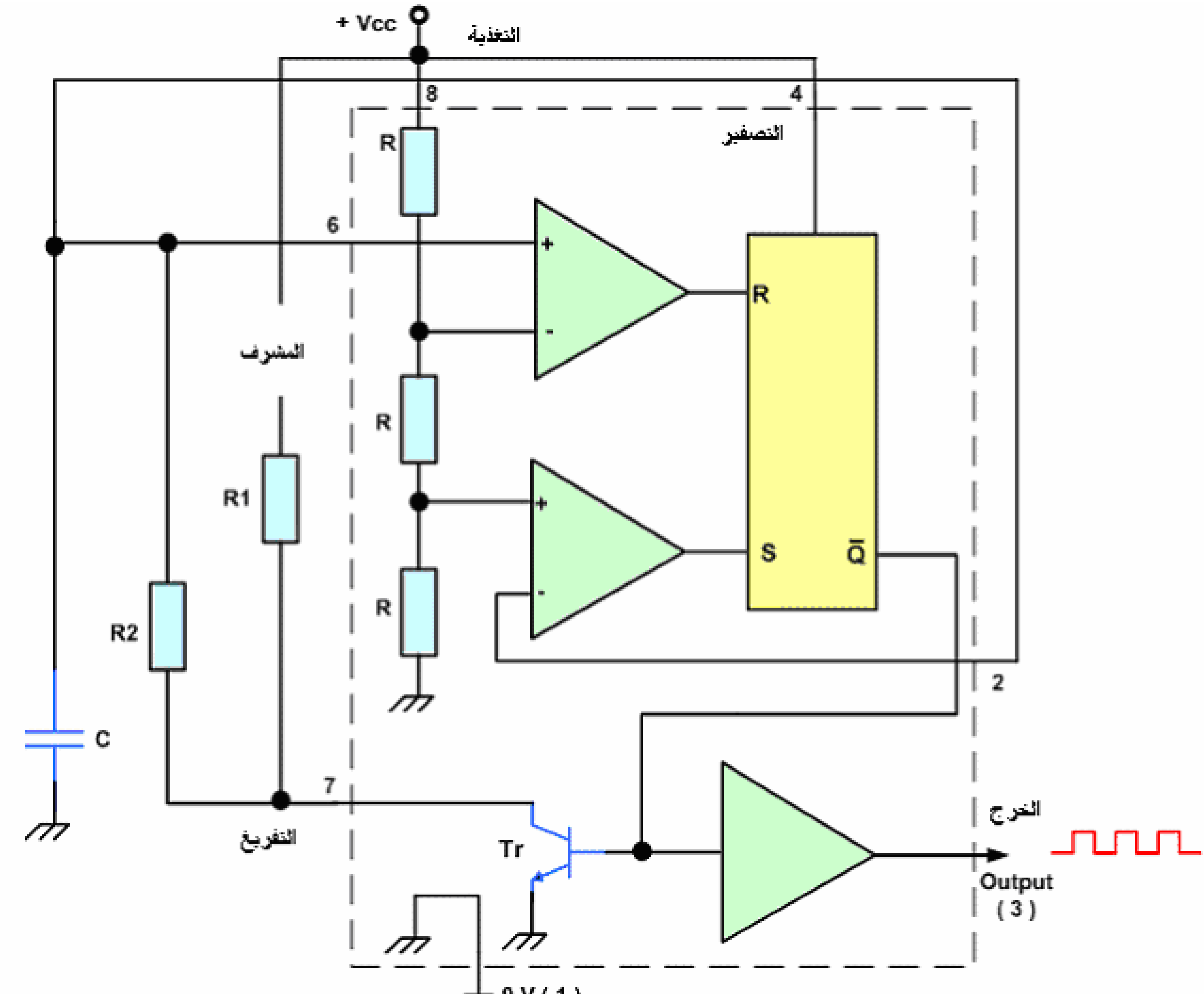


الشكل { ٥ - ٨ }

مخطط مبسط للتركيب الداخلي للمؤقت (555)

من خلال الشكل (٥ – ٨) يظهر التركيب الداخلي المبسط للموقّت 555 . فهو بشكل أساسي يتألف من مضخمين تشغيليين مستعملين كمقارن مع نطاط RS ذات حالتين مستقرتين.
وبالإضافة إلى ذلك، هناك مصدر (Buffer) عاكس للمخرج،الأمر الذي يسمح بأخذ أو إعطاء تيارات كبيرة من الحمل أو اليه. كذلك توفر بدالة ترانزستور واحد بهدف التفريغ السريع لمكثف التوقيت الخارجي.

مولد نبضات ثنائي الحالة :



الشكل (٥ - ٩)

يبين الشكل (٥ - ٩) كيف يمكن استعمال الموقّت 555 القياسي كمولد نبضات لامستقر .
ولفهم عمل هذه الدائرة، لنفترض أن المخرج (عند الدبوس 3)كان عالياً في البداية وأن الترانزستور Tr1 كان مقفلاً أمام التيار. يبدأ المكثف C بالانشحان بواسطة التيار المزود عبر المقاومتين المتواليتين R1 و R2 . عند تجاوز الفولتية على مدخل (المشرف) Threshold

(عند الدبوس - 6) ثلثي فولتية التغذية ، تتغير حالة مخرج القارن العلوي، الأمرالذي يصفر النطاط، ويجعل مخرج Q عالياً فينفتح الترانزستور من جراء ذلك ونظراً إلى الفعل العاكس للمصدر يتحول المخرج النهائي عند الدبوس 3 إلى الحالة (المنخفضة) .
عند ذلك يتفرغ المكثف C بمرور التيار عبر R2 ومجمع الترانزستور Tr1 وعند نقطة معينة ستكون الفولتية الظاهرة عند مدخل (القدح) Trigger الدبوس 2 قد هبطت حتى ثلث فولتية التغذية ، وهناك ستتغير حالة المقارن السفلي، الأمر الذي يعيد النطاط إلى حالته الأصلية. عندها يتحول المخرج Q ويتحول المخرج النهائي عند الدبوس 3 إلى الحالة العالية ثم تتكرر هذة الدورة إلى مالا نهاية .
إن الشكل الموجي للخرج، الذي تنتجه الدائرة المبينة في الشكل (٥ – ٩) سيكون مشابهاً لذلك الذي ظهر في الشكل (٥ – ٧) وفيما يلي المميزات الأساسية لهذا الشكل الموجي:

فترة بقاء الخرج في الحالة العالية: $t_{on} = 0.693\ (R1 + R2)\ C$

فترة بقاء الخرج في الحالة المنخفضة: $t_{off} = 0.693\ R2C$

دورالخرج : $t = t_{on} + t_{off} = 0.693\ (R1 + 2R2)\ C$

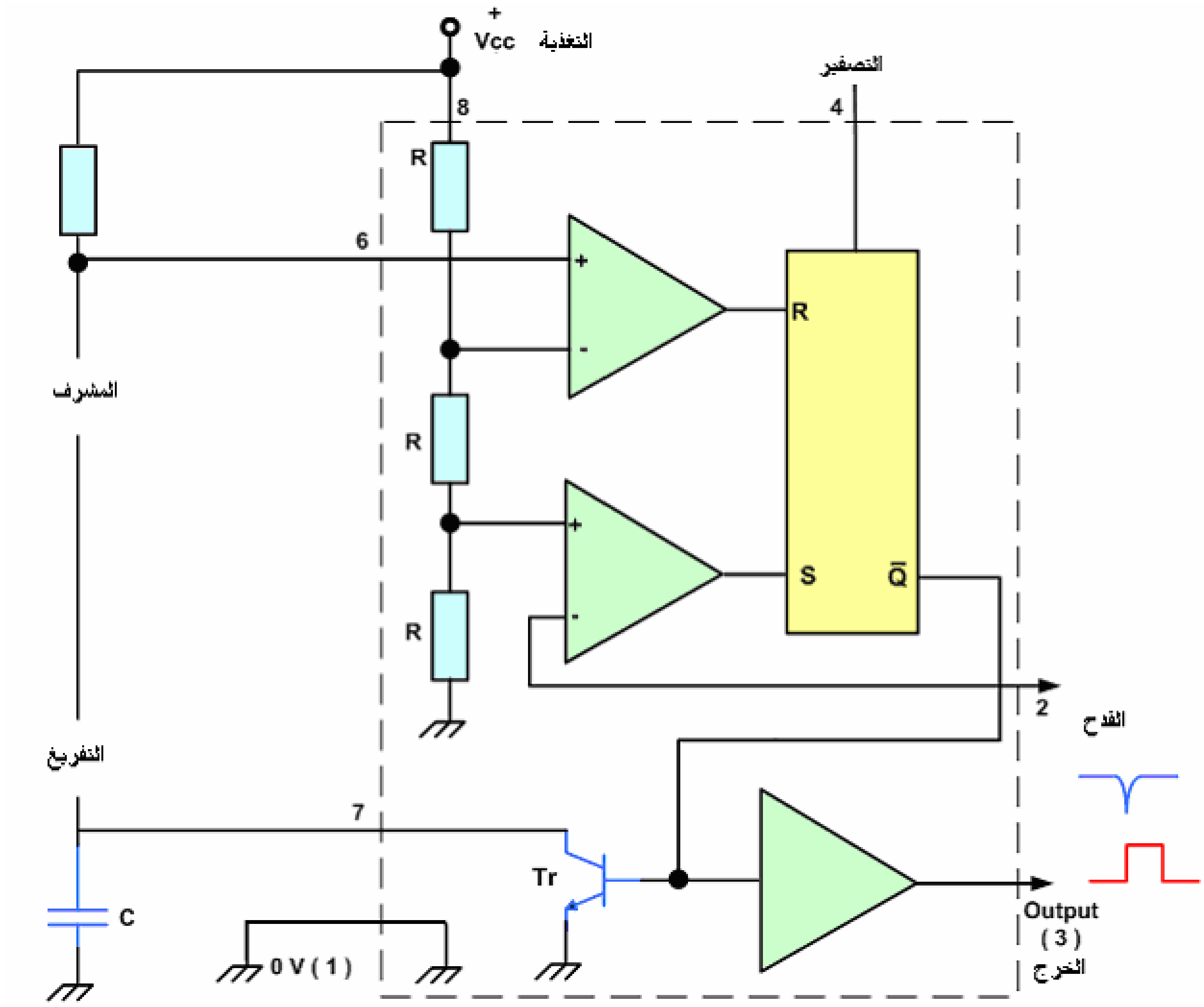
تردد تكرار النبض عند الخرج : $p.r.f. = \dfrac{1.44}{(R1+2R2)C}$

نسبة العلامات إلى الفسحات للخرج : $\dfrac{t_{on}}{t_{off}} = \dfrac{R1+R2}{R2}$

دورة خدمة الخرج: $\dfrac{t_{on}}{t_{on}+t_{off}} = \dfrac{R1+R2}{R1+R2} X100\%$

دحيث t بالثواني ، وC بالفاراد ، R1 و R2 بالأوم.
تجدر الإشارة إلى أن نسبة العلامات إلى الفسحات التي ينتجها الموقّت 555 لايمكن أن تكون أقل من 1 (أي 1 : 1). ولكن يمكن جعل المؤقّت ينتج موجة مربعة متناظرة بشكل معقول، من خلال جعل R2 أكبر بكثير من R1 .

مولد نبضات إحادي الحالة:



الشكل (٥ - ١٠)

يبين الشكل (٥ – ١٠) مؤقّتاً من نوع 555 ، عاملاً كمولد نبضات أحادي الحالة المستقرة. تحفز فترة توقيت القدح الأحادي الحالة المستقرة بواسطة حافة هابطة (أي أثناء الانتقال من حالة عالية إلى منخفضة) تسلط على مدخل القدح (Trgger). عندما يتم استقبال حافة من هذا النوع تكون فولتية مدخل (القدح) قد هبطت دون ثلث فولتية التغذية ، يتحول مخرج المقارن السفلي إلى حالة عالية ويوضع نطاط في حالة ضبط (Set). عند ذلك يصبح المخرج Q للنطاط منخفضاً وينقفل الترانزستورTR1 ويتحول المخرج النهائي عند الدبوس (3) إلى حالة عالية.

بعد ذلك ينشحن المكثف C عبر المقاومة المتوالية R إلى أن تصل الفولتية عند المشرف Threshold إلى ثلثي فولتية التغذية. عند هذه النقطة ، تتغير حالة مخرج المقارن العلوي، ويتصفر

النطاط. ومن ثم يصبح المخرج Q عالياً ، وينفتح الترانزيستور TR1 ويصبح المخرج النهائي عند الدبوس 3 في حالة منخفضة.

وهنا يظل المؤقّت في حالة خاملة إلى أن يتم استقبال نبضة قدح أخرى.

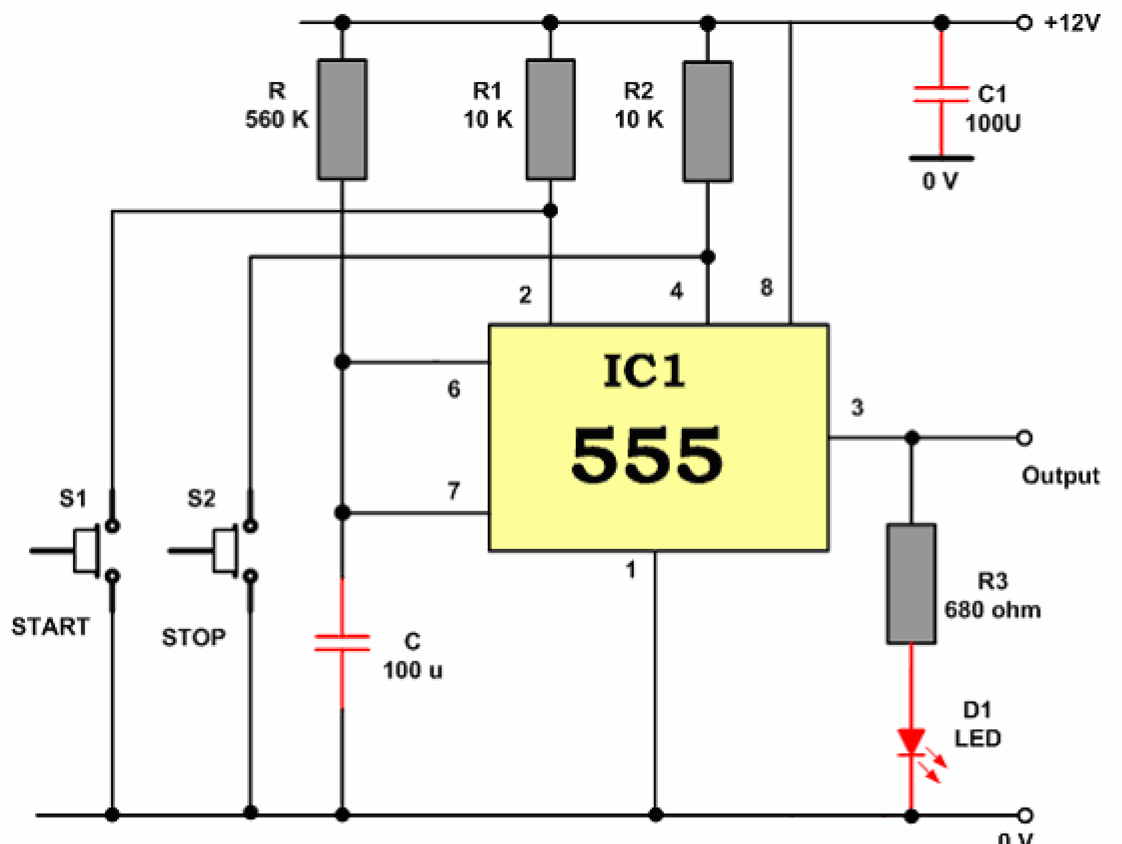
وفيمايلي بعض البيانات التي تحدد عمل المقدح:

فترة ارتفاع حالة المخرج: $ton = 1.1\ RC$

العرض الموصى به لنبضة القدح $ttr < \frac{ton}{4}$

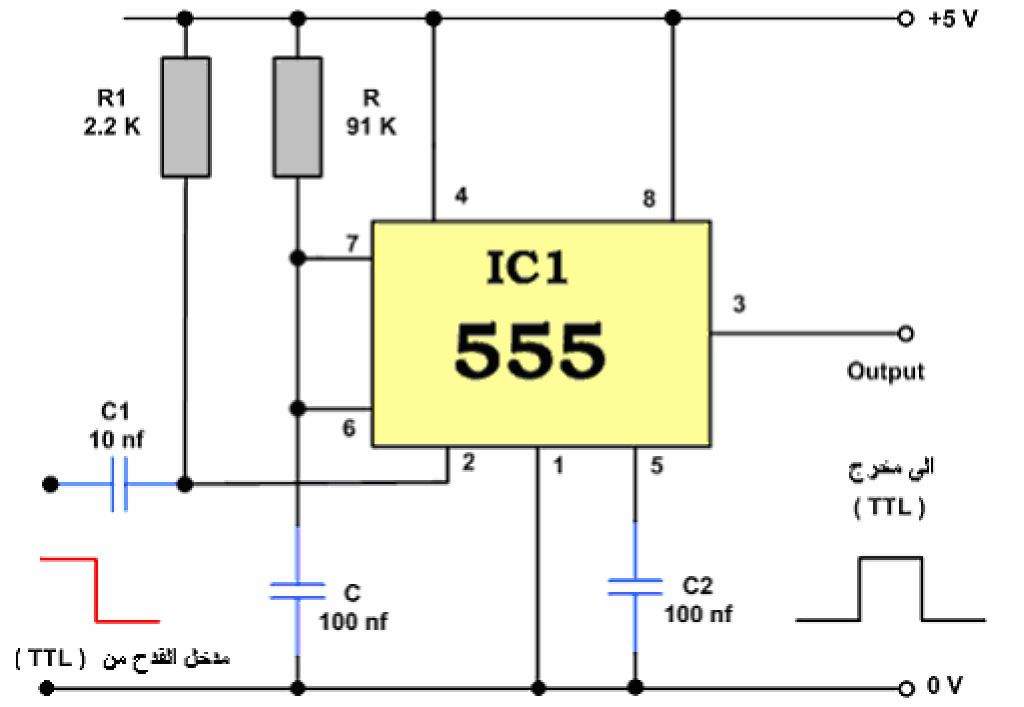
حيث t بالثواني ، وC بالفاراد ، و R بالأوم.

مولدات النبضات الأحادية الحالة المستقرة من نوع 555 .



الشكل (٦ - ١)

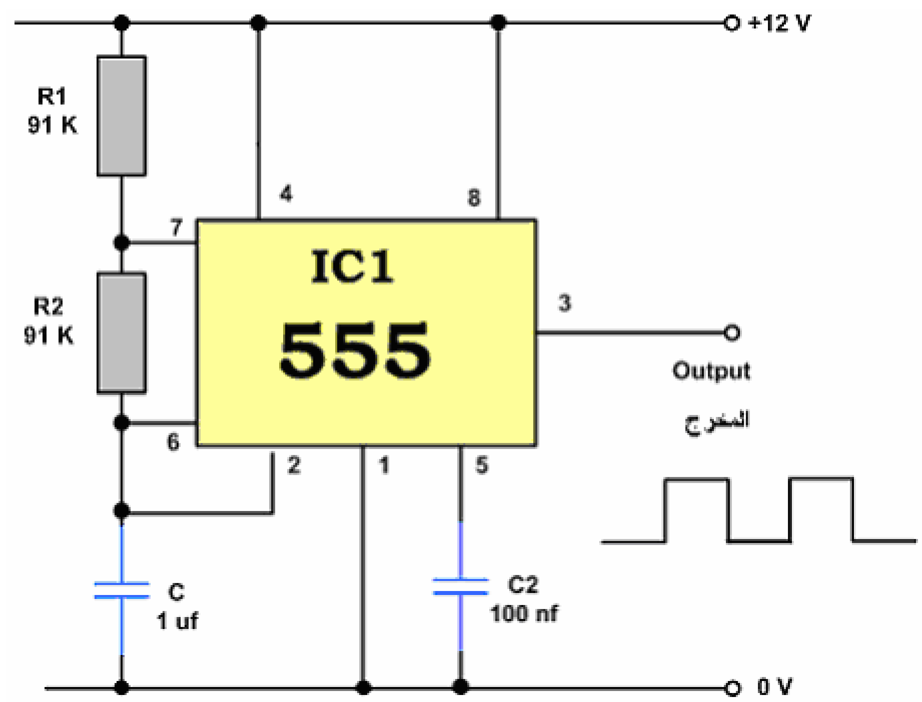
يبين الشكل (٦ – ١) مؤقّتاً بسيطاً أحادي الحالة المستقرة، يوفر فترة مستقرة مدتها 60 ثانية تقريباً. عندما يكبس زر الانطلاق (Start) الذي يشار إليه بالحرف S1 يتحول المخرج عند الدبوس 3 في مؤقّت 555 القياسي إلى الحالة المرتفعة ويبقى في هذه الحالة طوال فترة التوقيت. يمكن قطع فترة التوقيت في أي وقت من خلال زر التوقيف S2 .



الشكل (٦ - ٢)

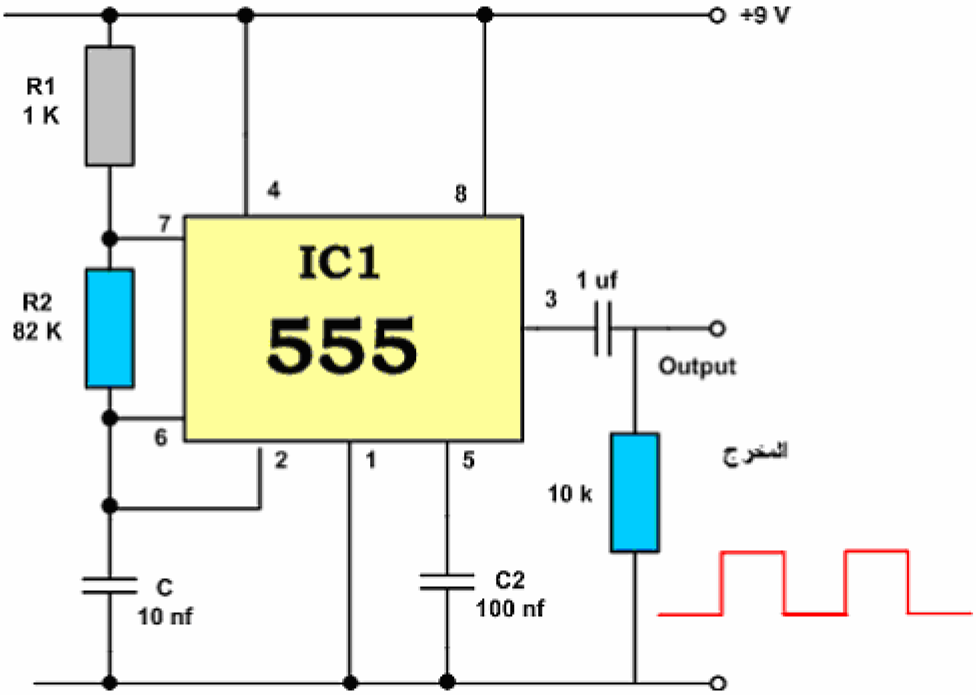
يبين الشكل (٦ – ٢) مقدحاً أحادي الحالة المستقر، يوفر نبضة بعرض 10 مللي ثانية ومتوافقة مع دوائر TTL . ويمكن تحديد فترة التوقيت لدائرة المقدح المبينة بواسطة المعادلات الواردة سابقاً .

مولدات النبضات اللامستقر على أساس المؤقّت 555 .



الشكل (٦ - ٣)

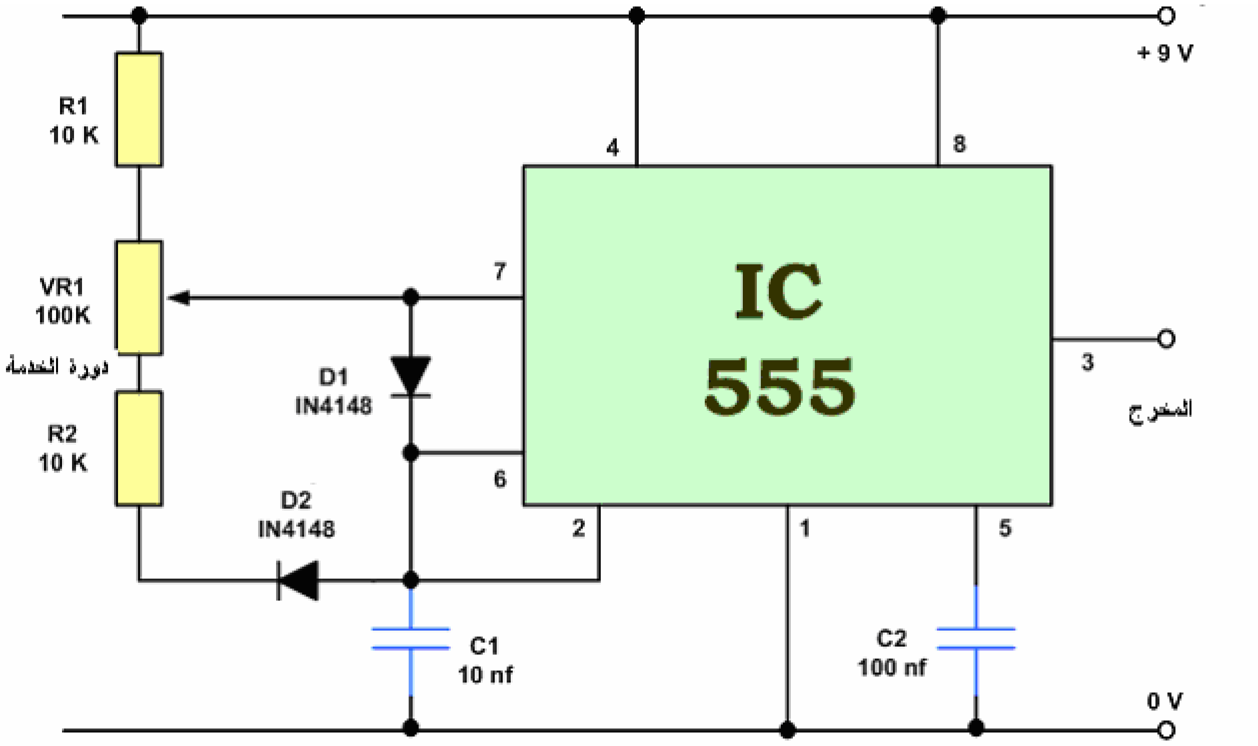
يبين الشكل (٦ – ٣) مؤقّتاً من نوع 555 ، يعمل في النمط اللامستقر وينتج خرجاً قدره 5 فولت متوافقاً مع دوائر TTL ، وبتردد تكرار نبض قدره 100 هيرتز ودورة خدمة بحدود 67% . يمكن تعديل هذه الدائرة بسهولة للحصول على ترددات تكرار نبض أخرى، باستعمال المعادلات الواردة سابقاً ، ومن المعلوم أن المولد اللامستقر الأساسي 555 يشكو من قصور واضح لجهة عدم إمكانية الحصول على موجات مربعة عند الخرج بدورة خدمة تساوي 50% تماماً. ولكن للاقتراب بشكل معقول من الموجة المربعة، يمكن جعل R1 أصغر بكثير من R2 . والشكل (٦ – ٤) يبين طريقة متقنة للحصول على دورة خدمة قريبة من 50% .



الشكل (٦ - ٤)

دائرة مؤقّت ثابت التردد لامستقر 555 :

قد يكون من الضروري في بعض التطبيقات تغير دورة الخدمة للمؤقّت 555 دون تعديل تردد تكرار النبض عند مخرجه.



الشكل (٦ - ٥)

الشكل (٦ – ٥) يبين دائرة مذبذب لامستقر يعمل بتردد تكرار نبض قدره 1.2 كيلو هيرتز وله خدمة قابلة للتعديل ضمن المدى 10% إلى 90% .

المؤقتات القابلة للبرمجة :

تعتبر المتكاملة (2240) نوع من أنواع المؤقتات التي يمكن برمجتها للحصول على أي زمن حيث تعتمد على سلسلة قاسمات من ثمان مراحل يمكن برمجة معامل القسمة من (1 إلى 255) ، ويمكن ان يحفز هذا المؤقت بتسليط إشارة قدح صاعدة على الدبوس رقم (11) والتي تقوم بقدح المذبذب الداخلي، ومن ثم يتم بدء عمل القاسمات التي هي عبارة عن عدادات ثنائية تتوفر مخارجها على دبابيس من 1 إلى 8 للمتكاملة 2240 .

ولكي يعمل المؤقت بشكل صحيح ، فإنه لابد من توصيل بعض مخارج هذه القاسمات مع مدخل التصفير (Reset) الدبوس رقم (10) وغالباً ماتوصل مخارج القاسمات مع بعضها عن طريق مفاتيح ،والجدول التالي يبين ذلك.

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
1	2	4	8	16	32	64	128

مثال على ذلك إذا تم إغلاق كلاً من المفاتيح التالية (S4 & S2)، فأ وجد قيمة العد ؟

الحل : العد المطلوب يكون $8 + 2 = 10$

أي ستكون مخارج القاسمات في حالة منخفضة في البداية وعندما يصل العد إلى الرقم 10 فإن المخارج على المفاتيح (S2 & S4) ستنتقل إلى الحالة العالية وإذا كانت هذه المفاتيح مغلقة (ON) فإنة تتغير الحالة على دبوس التصفير من الهابطة إلى العالية .

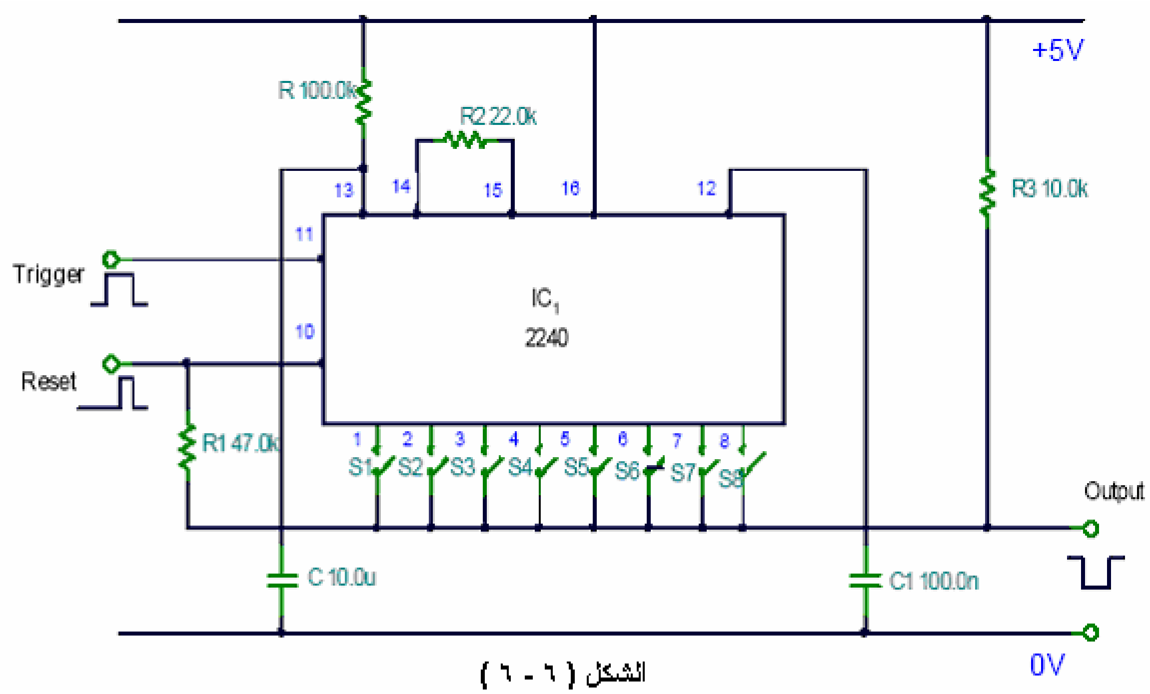
ويمكن حساب زمن التوقيت للمذبذب الداخلي من المعادلة ($T = R \times C$) حيث R ، C هما المقاومة والمكثف الموصلات خارج الدائرة المتكاملة (2240) على الدبوس رقم 9 & 13 كما هو مبين بالشكل (٦ – ٦).

مثال:

ماهي المفاتيح التي يجب إغلاقها لاعطاء زمن توقيت مقداره (60) ثانية ، إذا كانت القاعدة الزمنية لهذا المؤقت هي ثانية .

الحل: بما أن الزمن المطلوب هو (60) ثانية فإنة يجب إغلاق مجموعة من المفاتيح لتعطي معامل الضرب لها فلو جمعنا ($32 + 16 + 8 + 4$) أصبح المجموع (60) أي يجب إغلاق المفاتيح (S6 ، S5 ، S4 ، S3) .

الدائرة المتكاملة للمؤقت تعمل على جهد يتراوح مابين (4 فولت إلى 15 فولت)، وفترات توقيت مابين (10 مايكرو ثانية ومايزيد عن 10 ساعات) علماً أن قيمة كلاً من المقاومة تتراوح مابين (1K Ω إلى 1MΩ) والمكثف مابين (10 nF إلى 1000µF).


+5V
R 100.0k
R2 22.0k
R3 10.0k
13
14
15
16
12
11
10
Trigger
Reset
IC1
2240
R1 47.0k
1
2
3
4
5
6
7
8
S1
S2
S3
S4
S5
S6
S7
S8
Output
C 10.0u
C1 100.0n
0V

الشكل (٦ - ٦)

التجربة (التاسعة)

دائرة المذبذب عديم الاستقرار

(Experiment The 555 as Astable Multibrator)

مقدمة:

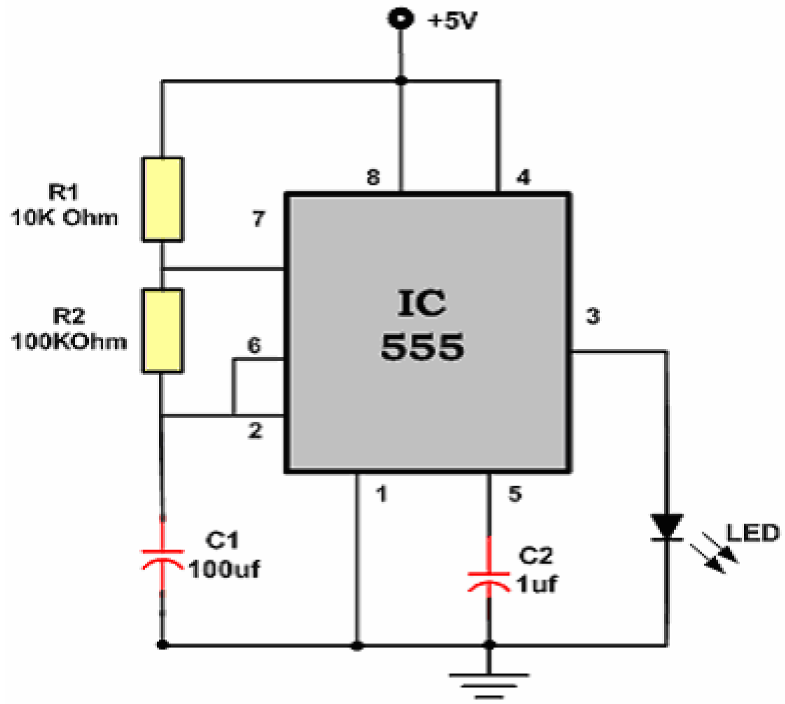
المؤقتات (Timers) كدائرة متكاملة IC تستخدم بشكل واسع في تطبيقات مولدات النبضات (Pulse Generator) في معظم فروع الإلكترونيات. ولقد تم تقديم شريحة المؤقت 555 في بداية السبعينات وهي من أشهر الشرائح المفضلة لدى مصممي وهواة الإلكترونيات حيث يمكن استخدامها في الكثير من التطبيقات. ويرمز لها تجاريا EN555 كما تتوفر تحت الرمز MC1455 و CA555 و LM555 ، وفي المؤقت المستخدم كمولد نبضات عديم الاستقرار يكون شكل إشارة الخرج موجة مربعة. ويمكن تحديد الزمن الدوري للخرج عن طريق اختيار العناصر R1 و R2 و C حيث تمثل W طول النبضة و T الزمن الدوري.

الهدف من التجربة: هو توصيل دائرة المؤقت وعمل القياسات عليها وحساب الزمن من القانون .

الأجهزة والعناصر المستخدمة :

- ✓ لوحة توصيل للتمرين.
- ✓ مصدر جهد مستمر DC V (±5 V) .
- ✓ مقاومات نصف وات (100kΩ x2 – 10kΩ) .
- ✓ مقاومة متغيرة 10kΩ .
- ✓ مكثف 100µf x3 - 1µf - 0. 1µf .
- ✓ مؤقت EN555 - IC.
- ✓ ثنائي ضوئي LED .
- ✓ جهاز قياس متعدد الأغراض (AVO) .
- ✓ جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope) .

الدائرة العملية:



الشكل (٦ - ٧)

خطوات التجربة والقياس:

١) وصل الدائرة العملية الموضحة في الشكل (٦ – ٧) علماً أن قيمة المقاومة R1 =10kΩ والمقاومة R2 = 100kΩ.

٢) بواسطة الراسم الكهربائي اعرض إشارة الدخل للقناة A على الطرف رقم 6 الموصل بين المكثف والمقاومة وعلى نفس المسقط اعرض إشارة الخرج على القناة B من خلال الطرف 3 ثم ارسمها واحسب الزمن الدوري للخرج.

٣) ماذا تلاحظ على الثنائي الضوئي LED الموصل على الخرج .

الملاحظة أن ....،

٤) بواسطة جهاز القياس قس جهد الخرج على الطرف رقم 3 .

الجهد على النقطة رقم 3 يساوي	V

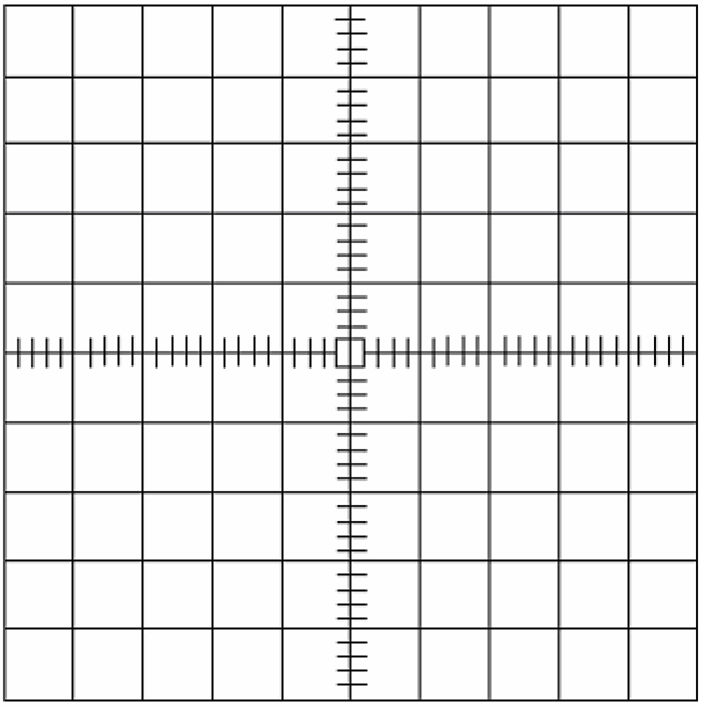
٥) من خلال العناصر الخارجية للدائرة احسب الزمن الدوري T ومن ثم التردد من القانون التالي.

$$T = 0.7 * C1\ (R1 + 2R2)$$

$$F = \frac{1.44}{(R1+2R2)C1}$$

اشارة الطرف رقم (6)

Y_1 = ...
Y_2 = ...
X = ...



اشارة الطرف رقم (3)

التجربة (العاشرة)

دائرة المذبذب احادي الاستقرار

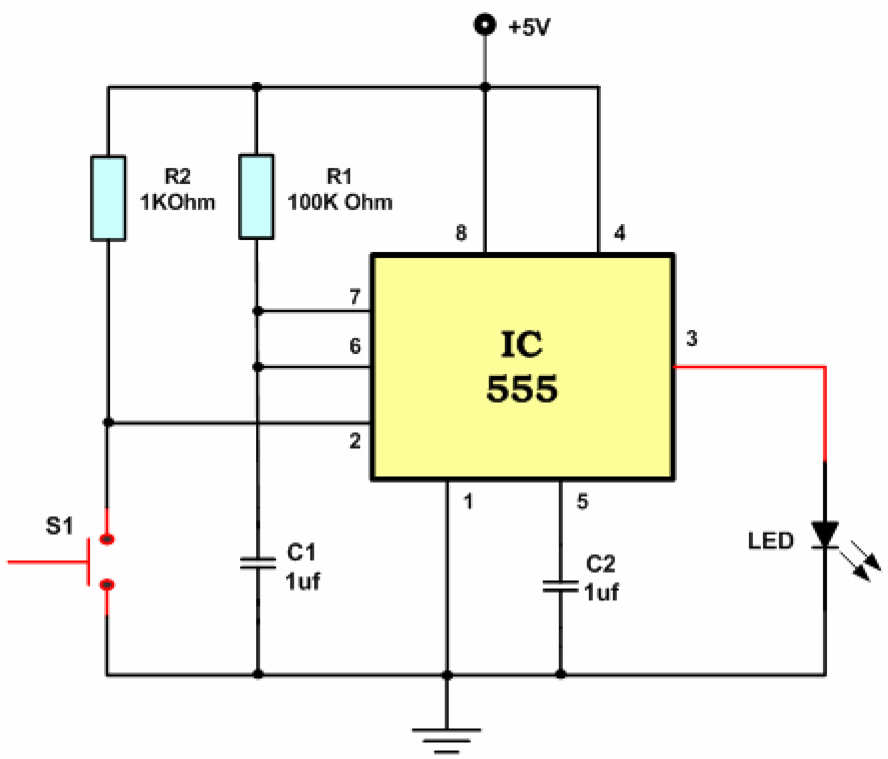
(Experiment The 555 as Monostable Multibrator)

الهدف من التجربة: هو توصيل دائرة المؤقت وعمل القياسات عليها وحساب الزمن من القانون .

الاجهزة والعناصر المستخدمة :

- ✓ لوحة توصيل للتمرين.
- ✓ مصدر جهد مستمر DC V (+ 5 V) .
- ✓ مقاومات نصف وات (1MΩ x2 – 100kΩ - 10kΩ -1kΩ) .
- ✓ مفتاح (ON – OFF) .
- ✓ مؤقت IC – EN 555 - ثنائي ضوئي LED .
- ✓ مكثف 100µf x3 -1µf - 0.01µf .
- ✓ جهاز قياس متعدد الأغراض (AVO) .
- ✓ جهاز راسم الاشارة (Oscilloscope) .

الدائرة العملية:



الشكل (٦ – ٨)

خطوات التجربة والقياس:

١) وصل الدائرة المبينة في الشكل (٦ – ٨) ثم وصل مصدر التغذية للدائرة بالجهد المناسب.

٢) بواسطة الراسم الكهربائي اعرض إشارة الدخل للقناة A على الطرف رقم 6 الموصل بين المكثف والمقاومة وعلى نفس المسقط اعرض إشارة الخرج على القناة B من خلال الطرف 3 ثم ارسمها واحسب الزمن الدوري للخرج.

٣) ماذا تلاحظ على الثنائي الضوئي LED الموصل على الخرج .

الملاحظة أن ....،

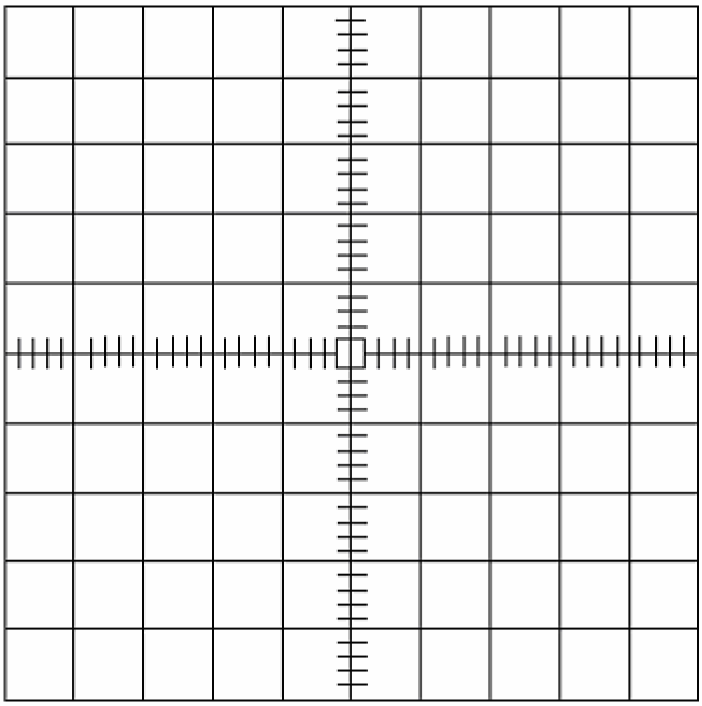
٤) بواسطة جهاز القياس قس جهد الخرج على الطرف رقم 3 .

الجهد على النقطة رقم **3** يساوي	V

٥) من خلال العناصر الخارجية للدائرة احسب الزمن الدوري T ومن ثم التردد من القانون التالي.

$$T = 1.1 * C1 * R1$$

Y_1 = ...
Y_2 = ...
X = ...



اشارة الطرف رقم (6)

اشارة الطرف رقم (3)

يعبأ هذا النموذج من قبل المتدرب

دوائر المؤقتات 555

الجدارة : فهم عمل المؤقتات وتطبيقها داخل المختبر .

اسم المتدرب/ - - - - - - - - - - - - -   التاريخ / - - - - - - -

رقم المتدرب / - - - - - - -

المحاولة ١ ٢ ٣ ٤

العلامة / - - - - - - -

كل بند يقيم بـ ٢٥ نقطة   الحد الادنى لدرجة المتدرب ٨٠ ٪

درجة المتدرب / - - - - - -   الحد الاعلى لدرجة المتدرب ١٠٠ ٪

بند التقييم	النقاط
✓ تطبيق قواعد تعليمات السلامة داخل الورشة.	
✓ معرفة المكونات الداخلية للمؤقت **555** .	
✓ معرفة أنواع واستخدام المؤقت **555**.	
✓معرفة كيفية تصميم مؤقت زمني من القوانين.	
✓معرفة كيفية حساب التردد وعرض النبضة .	
✓عمل تطبيقات على المؤقت داخل المختبر .	

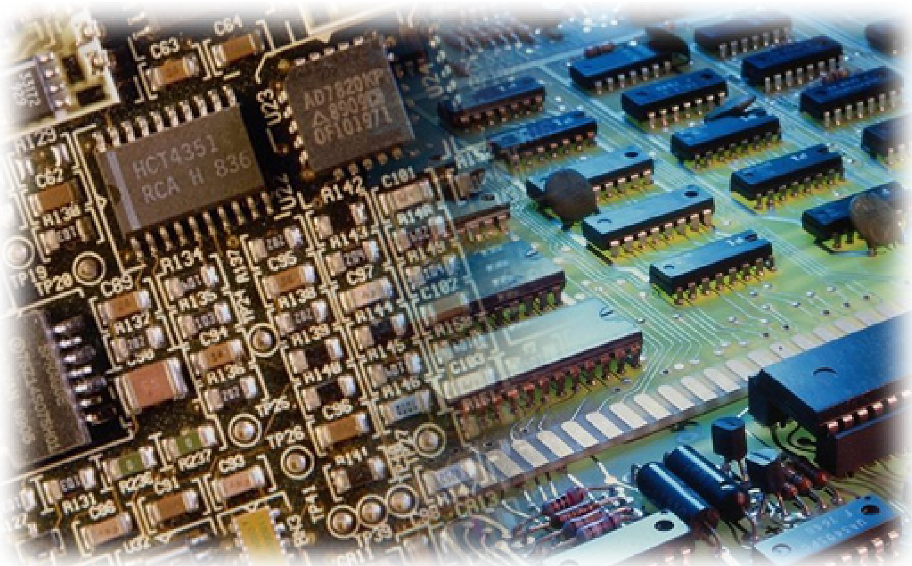
المملكــة العربيــة الســعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

دوائر وأجهزة الكترونية

المؤقتـات

المؤقتـات

٤



مصادر القدرة المستمرة باستخدام منظمات المتكاملة ثلاثية الاطراف
(Power Source Circuit)

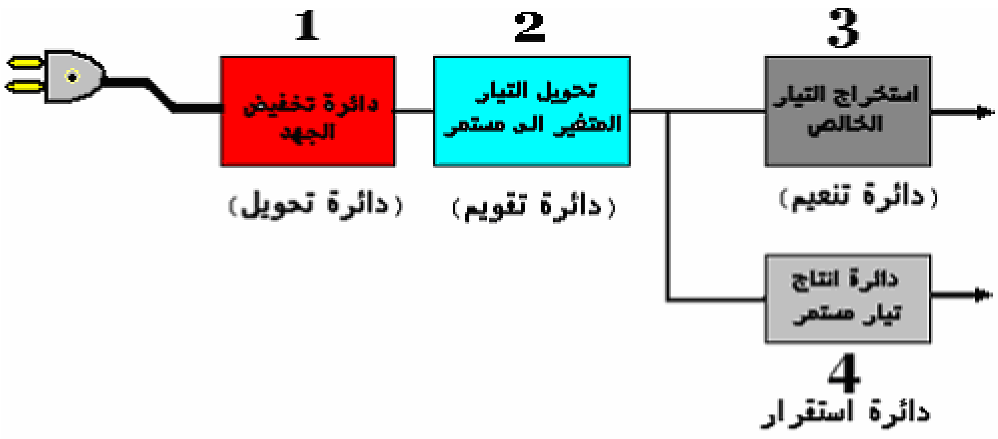
عند ما يكتمل هذا الباب يكون الطالب لديه القدرة على معرفة مايلي :

- ✓ معرفة مراحل مصادر القدرة باستخدام منظمات المتكاملة.
- ✓ معرفة مميزات منظمات الجهد باستخدام **IC** ثلاثية الأطراف .
- ✓ معرفة أنواع أخرى من المنظمات مثل المعززة للتيار والمعززة للفولت .
- ✓ معرفة قيم منظمات الجهد من خلال الجدول .
- ✓ فهم عمل دائرة المنظم نظرياً من خلال الدائرة المبسطة .
- ✓ عمل تجربة مخبرية لمنظم الجهد وأخذ النتائج عليها .

مصادر القدرة المستمرة

(Power Source Circuit)

من خلال الشكل(٦- ٩) يبين التركيب الشائع لدائرة مصدر القدرة .



الشكل (٦ – ٩) يبين المخطط الصندوقي لمصدر القدرة

من خلال الشكل (٦ – ٩) تتضح مراحل مصدر القدرة وهي تتكون من مايلي:

١) دائرة التحويل: حيث يتم تخفيض جهد المصدر بواسطة المحول الكهربائي وذلك حسب الجهد المطلوب ثم يأتي دور دائرة القنطرة (التقويم) .

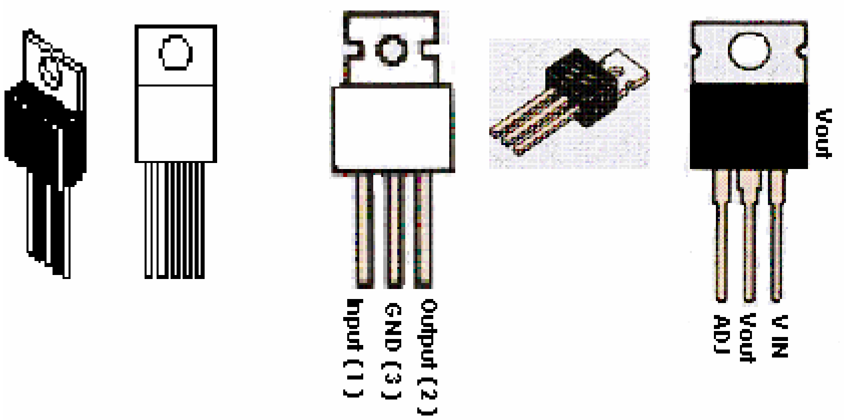
٢) دائرة التقويم: حيث يتم توحيد التيار المتغير في اتجاه واحد أي الحصول على تيار مستمر من تدفق يمر بالتعاقب بحيث يجعله يمر باتجاه واحد بدلاً من اتجاهين ويوجد تقويم نصف موجة وتقويم موجة كاملة باستخدام القنطرة ثم يأتي دور دائرة التنعيم.

٣) دائرة التنعيم : في أي من دائرة تقويم نصف الموجة والموجة الكاملة لايكون تيار خرج التقويم تياراً مستمراً منعماً بدرجة كاملة بل يصاحبه تياراً موجياً يسمى جهد التموج وهذه التموجات ينبغي التخلص منها حيث إنها تسبب طنين في الأجهزة وعلى هذا يجب تنعيم تيار التموج ليصبح تياراً مستمراً بقدر الإمكان. ويمكن التنعيم بواسطة المكثف والمقاومة أو المكثف والملف.

٤) دائرة المنظمات للجهد باستخدام IC ثلاثية الأطراف وهو محور حديثنا .

مصادر القدرة باستخدام المنظمات IC ثلاثية الاطراف

(Three-terminal IC regulators)



اشكال منظمات الجهد ثلاثي الاطراف

نتيجة للتطور في الإلكترونيات ، تم إنتاج العديد من الدوائر المتكاملة التي تعمل بمنظمات للجهد ويوجد أنواع كثيرة منها ، وتتوفر منظمات الفولتية المتكاملة في مدى من فولتيات الخرج، وتتميز عادة بدائرة داخلية للحد من التيار، وبدائرة قطع حراري. الأنواع الأكثر شيوعاً للمنظمات الثابتة الفولتية تستعمل قالباً بلاستيكياً TO220 .

مميزات منظمات الجهد المتكاملة :

١) تحتاج لعدد قليل من العناصر الخارجية.

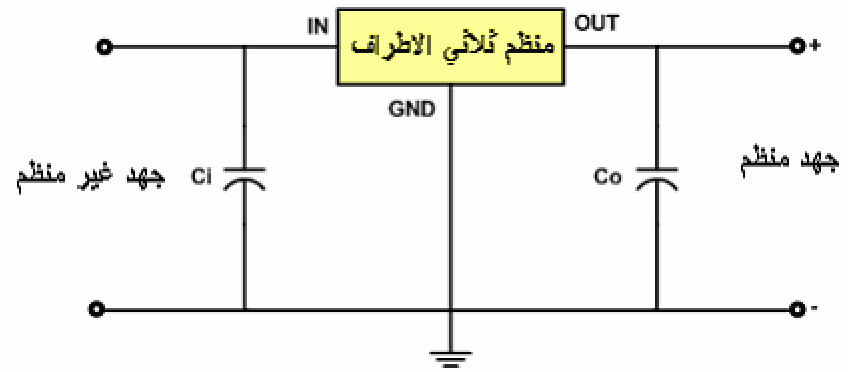
٢) تنتج جهد جيد من ناحية الاستقرار.

٣) بها دوائر حماية ضد القصر (Chort Circuit)، وضد زيادة الحمل (Over Load) . وكذلك الحماية من الارتفاع في درجة الحرارة.

يوجد نوعان من منظمات الجهد :

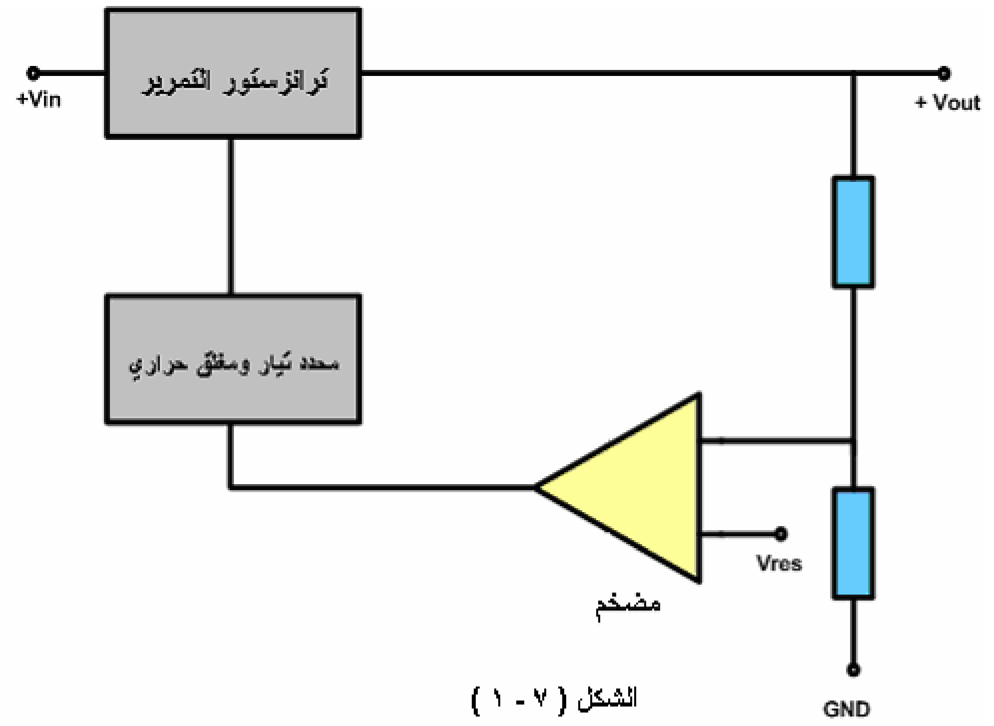
أ - منظمات الجهد الثابت والتي تعطي جهداً ثابتاً في الخرج موجب أو سالب .

ب - منظمات الجهد المتكاملة التي تعطي جهداً في الخرج يمكن تغييره وسوف نأخذ مثال لكل نوع . والشكل (٦ – ١٠) يوضح الدائرة الأساسية لمنظم جهد متكامل ذو ثلاثة أطراف.



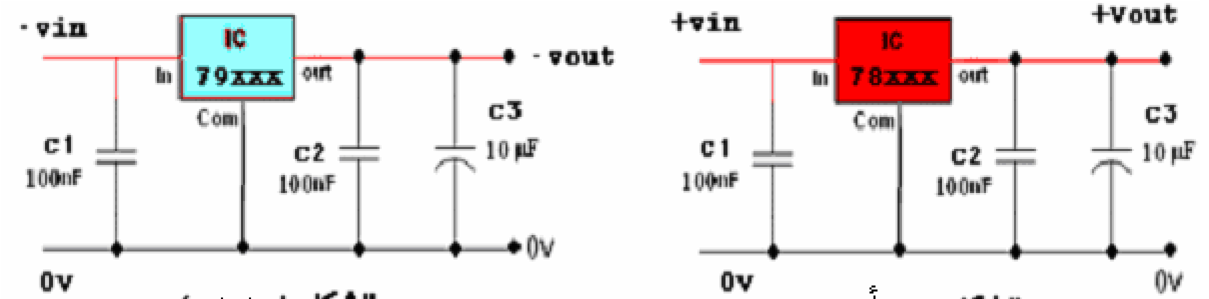
الشكل (٦ - ١٠)

وتكون موسومة بالبادئة الرقمية 78 (للإشارة إلى أن دخلها وخرجها موجبان) أو بالبادئة الرقمية 79 (للإشارة إلى أن دخلها وخرجها سالبان) . وتتوفر تلك المكونات بمدى من الفولتية (أي 24V – 18V – 15V – 12V – 9V – 5V) ، وتكون معدّلة لتعمل بتيار حمل أقصى يبلغ 1A .
الشكل (٧ – ١) يبين المخطط الصندوقي الوظيفي لمنظم الجهد IC ذي الأطراف الثلاثة النموذجية.



الشكل (٧ - ١)

يظهر في الشكل (٧ – ٢) دائرتان أساسيتان للمنظمات الثابتة الفولتية والتي تتكونان من سلسلتين 78 و 79 . لقد صممت الدائرة في الشكل (أ) لتكون موجبة الدخل والخرج، أما الدائرة في الشكل (ب) فقد صممت لتكون سالبة الدخل والخرج.



الشكل (ب) منظم متكامل ثابت الفولتية سالب الخرج

الشكل (أ) منظم متكامل ثابت الفولتية موجب الخرج

الشكل (٧ - ٢)

تجدر الاشارة هنا إلى أن فولتية الدخل المستمرة غير المنظّمة وفي أسوأ الحالات يجب ألاّ تقل عن 3 فولت فوق فولتية الخرج الاسمية المنظمة. بالاضافة إلى ذلك، يجب ألايسمح لفولتية الدخل المستمرة غير المنظمة في أسوأ الحالات بأن تتجاوز فولتية الخرج الاسمية المنظمة بأكثر من 15 فولت، وإلا زاد التبديد عن حده ضمن المنظم 2 الأمر الذي يؤدي إلى قطع حراري مبكّر.

الجداول (١) و (٢) و (٣) تبين المميزات النموذجية للمنظمات البلاستيكية الثابتة الفولتية من السلاسل 100mA و 1A و 2A .

الجدول (١) : السلسلة **100 mA**

النوع					
	خرج موجب	78L05	78L12	78L15	78L24
	خرج سالب	79L05	79L12	79L15	79L24
مدى فولتية الدخل (V)		30 – 7	35 – 14.5	35 – 17.5	35 - 27
تنظيم الحمل (%)		0.2	0.2	0.3	0.4
تنظيم الخط (%)		1	1	1.5	1.5
نبذ التموج (دسب)		60	55	52	49
مقاومة الخرج (mΩ)		200	400	500	800
فولتية ضجيج الخرج (µF) (على10 الى100 KHz)		40	70	90	200
تيار قصر الدائرة (1 mA)		75	35	25	20

الجدول (٢) : السلسلة **1 A**

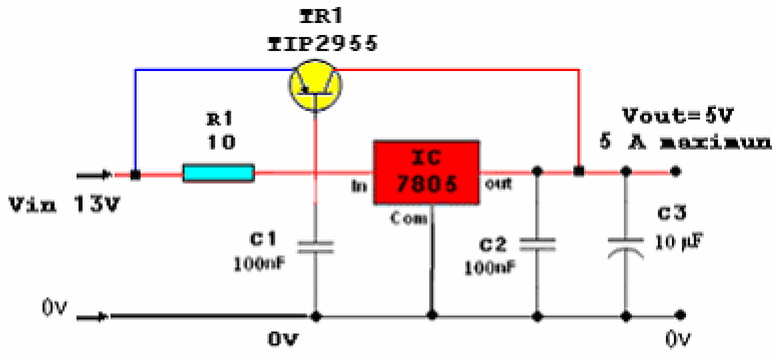
النوع					
النوع	خرج موجب	78L05	78L12	78L15	78L24
	خرج سالب	79L05	79L12	79L15	79L24
مدى فولتية الدخل (V)		7 – 25	14.5 – 30	17.5– 30	27 - 38
تنظيم الحمل (%)		0.2	0.4	0.5	0.6
تنظيم الخط (%)		0.2	0.2	0.3	0.3
نبذ التموج (دسب)		71	61	60	59
مقاومة الخرج (mΩ)		30	75	95	150
فولتية ضجيج الخرج(µF) (على10 الى100 KHz)		40	80	90	170
تيار قصر الدائرة (1 mA)		750	350	230	150

الجدول (٣) : السلسلة **2A**

النوع					
النوع	خرج موجب	78L05	78L12	78L15	78L24
	خرج سالب	79L05	79L12	79L15	79L24
مدى فولتية الدخل (V)		8– 35	15 – 35	18– 35	27 - 40
تنظيم الحمل (%)		100	160	180	250
تنظيم الخط (%)		100	240	300	480
نبذ التموج (دسب)		60	53	52	49
مقاومة الخرج (mΩ)		17	18	19	28
فولتية ضجيج الخرج(µF) (على10 الى100 KHz)		40	75	90	170
تيار قصر الدائرة (1 mA)		500	500	500	500

المنظمات المعززة للتيار:

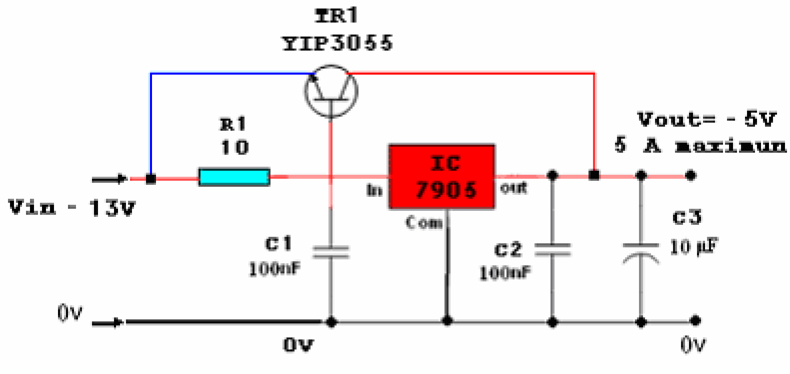
يمكن زيادة التيار الخارج من المنظم الثابت الفولتية الثلاثي الأطراف بسهولة عن طريق إضافة ترانزستور قدره . والشكلان (٧ – ٣) و (٧ – ٤) يبينان تباعاً دوائر المنظمات الموجبة والسالبة الفولتية. تجدر الإشارة هنا إلى أن المنظم الموجب الفولتية يتطلب استعمال ترانزستور موسامو (NPN) ، في حين يتطلب الآخر ترانزستور ساموسا (PNP).



منظم فولتية متكامل معزز التيار موجب الخرج

الشكل (٧ - ٣)

ويعمل المنظم بشكل اعتيادي (أي يبقى الترانزستور خاملاً) للتيارات التي تقل عن 60mA تقريباً، لكن، فوق هذه القيمة يصبح الترانزستور موصلاً فيمرر تيار المجمع إلى الحمل. وبإمكان الدائرة تسليم تيار ات حمل تفوق 5A ، وتكون مقاومة الخرج نموذجياً $0.1\ \Omega$ أو أقل.



منظم فولتية متكامل معزز التيار سالب الخرج

الشكل (٧ - ٤)

ينبغي الحرص هنا على أن تكون دوائر تبديد الحرارة للترانزستور TR1 ملائمة للتبديد المتواصل في حالة الحمل الكامل. وعلى سبيل المثال، عند العمل بدخل مستمرغير منظم 12V ، يجب أن يكون مبددالحرارة معدلاً على 2° م/ وط (أو اقل) ، وذلك لتيارات حمل تبلغ 2A . أما الحمل قدره 5A ، فيجب تعديل مبدد الحرارة على 0.75° م/ وط (أو اقل).

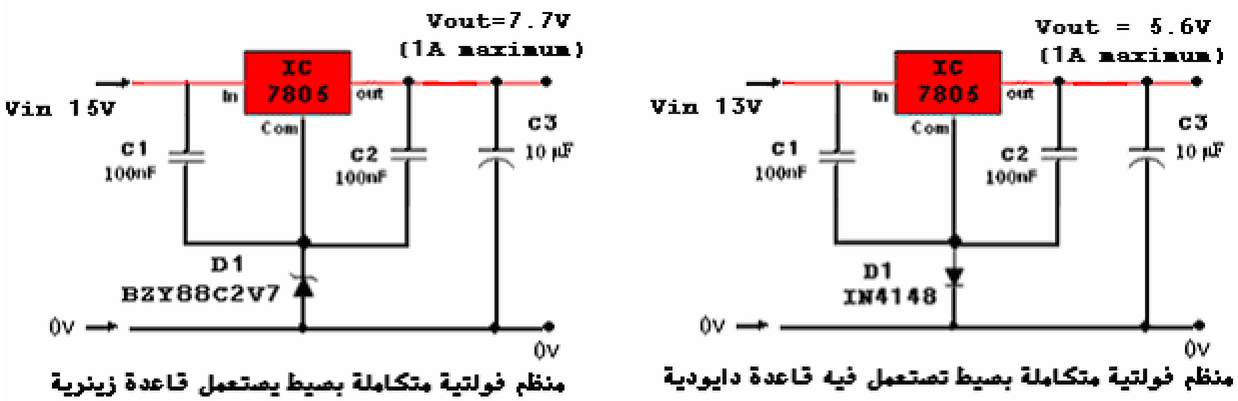
تلك الدائرة يمكن استعمالها أيضاً في المنظمات الأخرى الثابتة الفولتية (..... 9V – 12V) شرط ان يتم رفع فولتية الدخل المستمر غير المنظمة بحيث تتجاوز فولتية الخرج المقررة بحوالي 4V إلى 7V . على سبيل المثال، قدر تتطلب سلسلة إلى 12V دخلاً مستمراً يقارب 12V .

تجدر الإشارة هنا إلى أن عملية الحد من التيار المرتبطة بالمنظم الثلاثي الأطراف لم تعد موجودة في هذه الدائرة وقد يزيد تيار الخرج عند قصر الدائرة عن حده (إلا أن مايحده هو مقاومة التيار المستمر في الملف الثانوي للمحول بالإضافة إلى طريقة تسليك المكونات). إذا كان المحول والمقوم معدلين بشكل مناسب، يمكن تحقيق الوقاية من تجاوز التيار بواسطة مصهر سريع الاحتراق قدرته 5A .

المنظمات المعززة لفولتية:

يمكن رفع فولتية خرج المنظم بسهولة اما بزيادات ثابتة (كما هو موضح من خلال الشكل (٧ – ٥) (أ) و (ب) أو بجعلها متغيرة باستمرار(كما يوضحه الشكل (٧ – ٦)) الديود المنحاز أمامياً والموضوع بين الخط المشترك وخط الصفر فالفولت في المنظم سوف يرفع خرج المنظم مقدار 0.6V (أي بنفس مقدار فولتية الدايود الأمامية) . كما ان الدايودين منحازين أمامياً موصلين على التوالى سوف يرفعان خرج المنظم مقدار 1.2V ، وهلمجرا...

الدائرة في الشكل (٧ – ٥ – أ) يمكن أن تكون مزعجة عندما تصبح فولتية الخرج المطلوبة أكبر بكثير من المستوى المقرر للمنظم . ثمة طريقة بديلة تستعمل دايود زينر مبينة في الشكل (٧ – ٥ – ب) . في هذة الحالة يتم زيادة فولتية الخرج مقداراً يساوي فولتية الزينر (القاعدة) الدايودية.



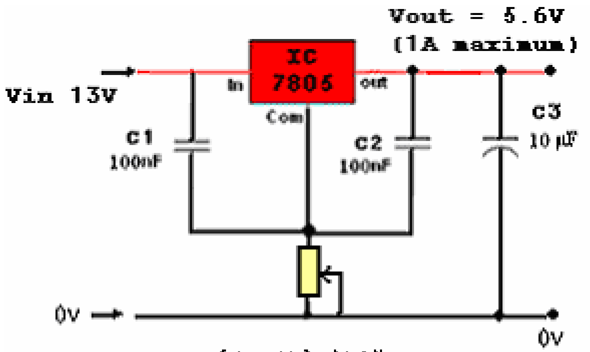
(ب) (أ)

الشكل (٧ - ٥)

الدائرتان المبينتان في الشكل(٧ – ٥) (أ) و (ب) توفران مقاومة وتنظيماً للخرج ليسا أسوأ مما يقدمه المنظم نفسه. وحيث يلزم فولتية خرج متغيرة على الدوام مع السماح بزيادة صغيرة في مقاومة الخرج،

ويمكن استعمال الدائرة المبينة في الشكل (٧ – ٦) . والمقاوم المتغير المستعمل في هذة الدائرة ينبغي أن يكون من النوع ملفوف الأسلاك الجيد النوعية وبالقيم المحدودة ستكون فولتية الخرج متغيرة من 5V إلى حوالى 9.1V .

إذا استعمل منظم 12V ستتغير فولتية الخرج ضمن المدى 12V إلى حوالي 17.5V . لكن في هذه الحالة، ينبغي زيادة فولتية الدخل غير المنظمة إلى 24V .

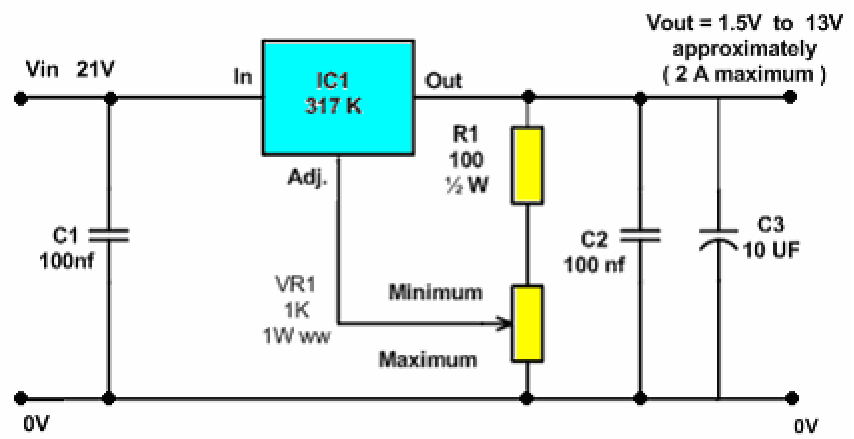


الشكل (٧ - ٦)

المنظمات المتكاملة المتغيرة الفولتية:

حيث يطلب فولتية خرج متغيرة منظمة يستحسن استعمال منظم متكامل متغير الفولتية من النوع LM317 أو LM338 . هذه القطع المتعددة الاستعمالات توفر مدى قابلاً لتعديل فولتية الخرج _ يتراوح بين 1.2V و 30V وما فوق (حسب الحد الاعلى لفولتية الدخل المستمر غير المنظمة)، كما تتضمن تلك المكونات دائرة الحد من التيار المعهودة، مع دائرة وقاية حرارية وحماية لمنطقة التشغيل.

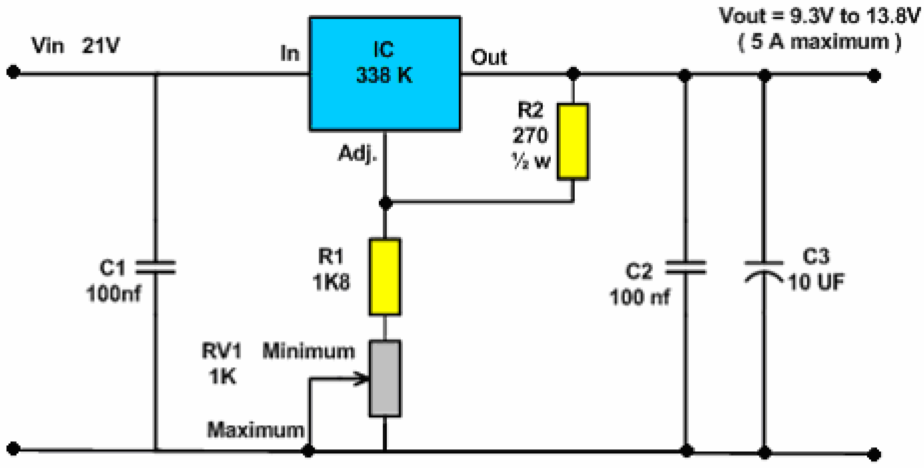
من خلال الشكلين (٧ – ٧) و (٧ – ٨) تتمثل دائرتان لمنظمين متغيري الفولتية. الدائرة في الشكل (٧ -٧) تستعمل الدائرة المتكاملةLM317 (التي ينبغي تركيبها على مبدد حرارة معدل على 2° م / وط أو أفضل) وتنتج فولتية خرج تتغير بشكل كامل من 1.5V إلى 13V عند تيارات حمل تصل لغاية 1.5A . والشكل (٧ – ٨) يوضح دائرة لمغذي طاقة 5A يمتاز بفولتية قابلة للتعديل ضمن مدى يتراوح بين 9.5V و 13V (يجب تركيب الدائرة المتكاملة LM338K فيه على مبدد حرارة معدل على 1° م / وط ، أو أفضل). مغذي الطاقة هذا يمكن أن يحل محل بطارية رصاصية - حمضية 12V .



مغذي تمثيلي متغير الفولتية مبني على أساس مكون من العائلة LM317

الشكل (٧ - ٧)

حيث ينبغي توفير وسيلة لتعديل تيار الخرج وفولتية الخرج التي ينتجها منظم احادي الطبقة ، فإن الدائرة المتكاملة L200 توفر فولتية خرج قابلة للتعديل ضمن مدى يتراوح مابين 2.8V و 36V كما يوفر تيار خرج قابل للتعديل أيضاً ضمن مدى يكون حده الأعلى 2A .



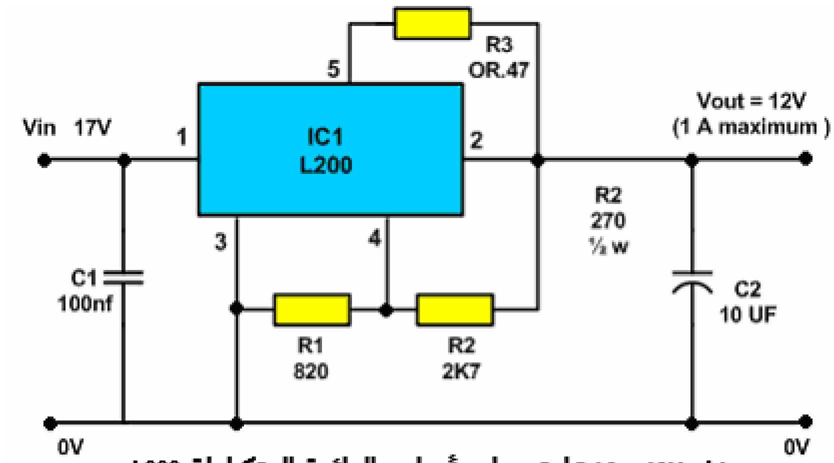
مغذي 5A قابل للتعديل على اساس الدائرة المتكاملة LM338K

الشكل (٧ - ٨)

ويمكن انتقاء وبرمجة فولتية وتيار خرج الدائرة المتكاملة L200 عبر الانتقاء الملائم للمقاومات. والشكل (٧ – ٩) يبين لنا دائرة تنظيم ثابت الفولتية / ثابت التيار تعطي خرجاً يقارب 12V عند سريان تيار قدره 1A كحد أقصى. عندما تختلف قيم الخرج، يمكن اللجوء إلى المعادلتين التاليتين:

فولتية الخرج $Vout = 2.77(1\frac{R2}{R1})V$ فولت

تيار الخرج الأقصى $Iout\ max = \frac{0.45}{R3}A$ أمبير

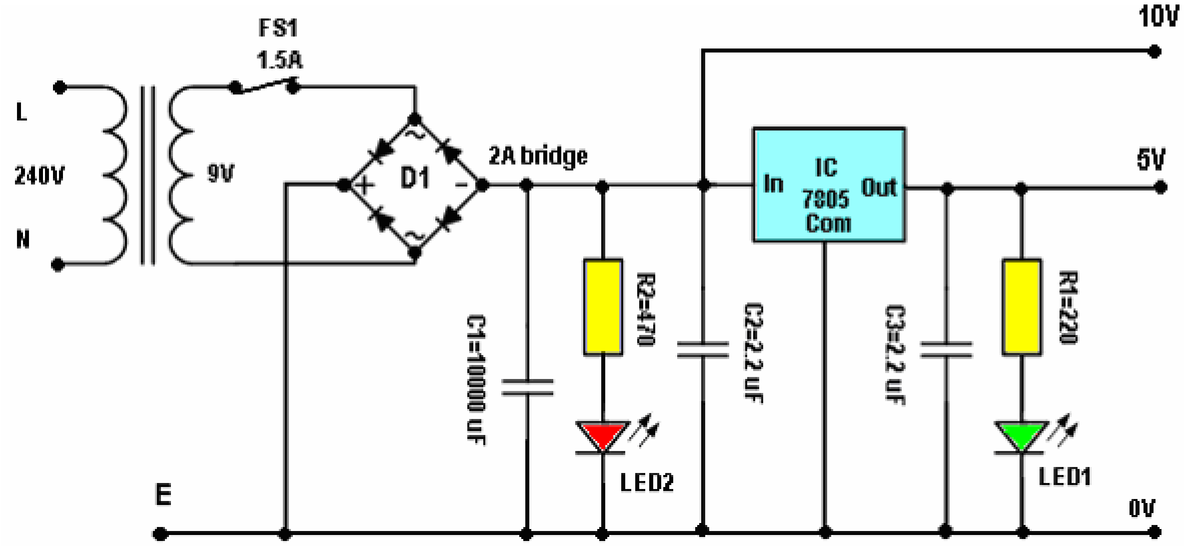


مغذي12V –1A ثابت، على أساس الدائرة المتكاملة L200

الشكل (٧ - ٩)

الدائرة العملية لتنظيم فولتية خرج موجبة 5V باستخدام المنظم ثلاثي الأطراف IC 7805 :

تحتاج التجارب الرقمية إلى جهد تغذية مستمرة 5V لأنها تعمل بنظام TTL ويمكن تأمين هذا الجهد باستخدام منظمات الجهد Voltage Regulator الموجودة بشكل دائرة متكاملة أيضاً.



الدائرة العملية لمثبت الجهد على 5V

الشكل (٧ - ١٠)

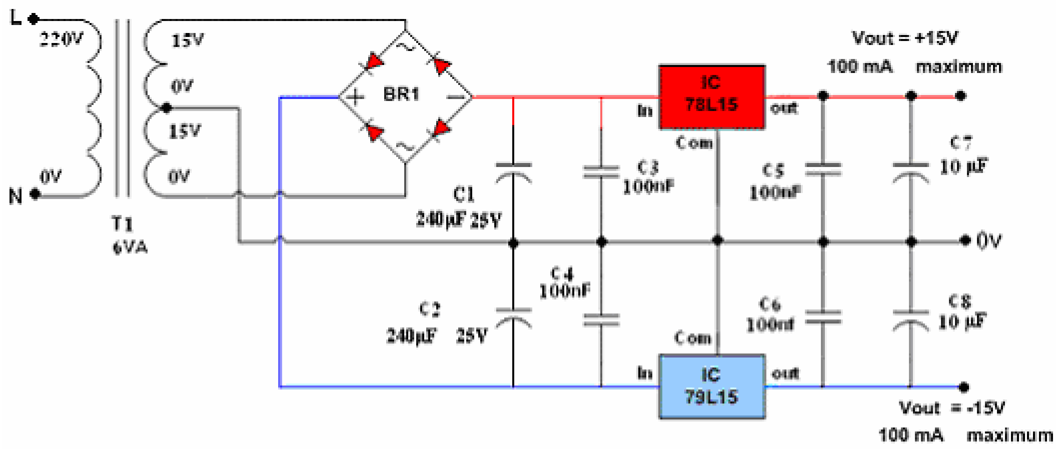
وفي الشكل (٧ – ١٠) نبين دائرة تغذية تعطي جهد 5V وتيار 1A ،حيث يقوم جسر التقويم D1 و المكثف C1 بتحويل التيار المتناوب إلى تيار مستمر ناعم بجهد 10V ، وتقوم الدائرة المتكاملة IC1 بضبط جهد الخرج على 5V ، بينما تقوم المكثفات C2 و C3 بازالة التعرجات من جهد

الخرج . ومن خلال الدائرة يبين الثنائيان باعث الضوء LED1 – LED2 وجود وغياب جهد التغذية. ويجب تثبيت مثبت الجهد الذي يقوم بعملية التثبيت على مشع حراري Heat Sink فانها ستتحمل تيار قصر طويل الأمد ، ويجب وصل هذا المشع مع الجهد صفر فولت حتى لاتحتاج إلى وضع حلقات عازلة.

يمكن استبدال المحول وجسر التقويم D1 ببطارية 9V ، إلا أن عمر البطارية قليل كما هو معلوم، ويفضل استخدام وحة التغذية .

الدائرة العملية لتنظيم فولتية خرج موجبة وسالبة 15V :

يبين الشكل (٨ – ١) دائرة عملية لمنظم جهد (±15V) .



الشكل (٨ – ١)

التجربة (العاشرة)

دائرة منظم مثبت الجهد مستمر

(Experiment for Voltage Regulator IC)

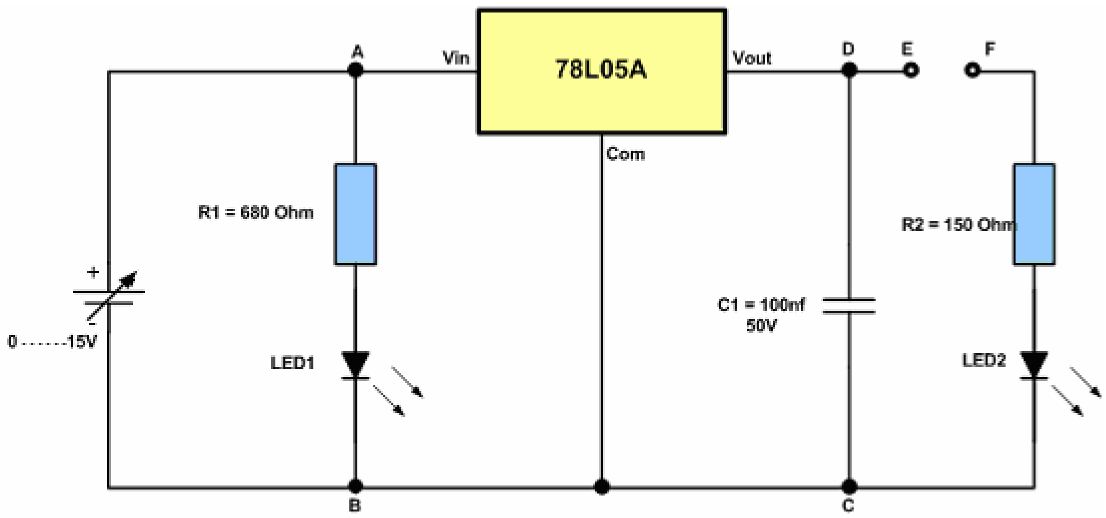
الهدف من التجربة:

هو التعرف على كيفية استخدام منظمات الجهد وذلك باستخدام ال IC وذلك لنحصل على نتائج افضل من مصادر القدرة المستمرة .

الاجهزة والعناصر المستخدمة :

- ✓ لوحة توصيل للتمرين.
- ✓ مصدر قدرة مستمر V DC متحكم به من 0V إلى 30V .
- ✓ مقاومات نصف وات (680Ω – 150Ω) .
- ✓ مثبت جهد IC 78L05A .
- ✓ ثنائي ضوئي عدد اثنين LED .
- ✓ جهاز قياس متعدد الأغراض (AVO) .
- ✓ مكثف 100nf / 50v .

الدائرة العملية:



الشكل (٨ - ٢)

خطوات التجربة :

١) وصل الدائرة العملية كما في الشكل (٨ – ٢)على لوحة التوصيل ثم وصل مصدر القدرة المستمر للدائرة .

٢) وصل جهاز الفولتميتر مابين النقطتين A & B .

٣) وصل جهاز الفولتميتر مابين النقطتين C & D .

٤) ابدأ بزيادة الجهد تدريجياً حسب ماهو موضح في الجدول رقم (١) وقس وسجل جهد الخرج .

٥) أعد مصدر الجهد إلى (0V) ثم افصل جهاز الفولتميتر مابين النقطتين A & B ثم أعد توصيله

مابين النقطتين E & F بحيث يقيس التيار المار في مقاومة الخرج .

٦) ابدأ بزيادة الجهد تدريجياً حسب ماهو موضح في الجدول رقم (٢) وقس وسجل تيارالخرج.

الجدول رقم (١)

Vin / V	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	30
Vo / V																

الجدول رقم (٢)

Vo / V	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
Io / mA									

يعبأ هذا النموذج من قبل المتدرب

منظمات الجهد ثلاثية الاطراف

الجدارة : فهم عمل منظمات الجهد باستخدام ثلاثية الأطراف (IC) وتطبيقاته داخل المختبر .

اسم المتدرب/ - - - - - - - - - - - - - - - - -	التاريخ / - - - - - - -
رقم المتدرب / - - - - - - - - - -	
	المحاولة ١ ٢ ٣ ٤
العلامة / - - - - - - - -	
كل بند يقيم بـ ٢٥ نقطة	الحد الأدنى لدرجة المتدرب ٨٠ ٪
درجة المتدرب / - - - - - - -	الحد الأعلى لدرجة المتدرب ١٠٠ ٪

بند التقييم	النقاط
✓تطبيق قواعد تعليمات السلامة داخل الورشة.	
✓معرفة المكونات مصدر القدرة ووظيفة كل مرحلة .	
✓معرفة أنواع من منظمات الجهد ومواصفاتها من الجدول .	
✓معرفة كيفية التحكم من منظمات الجهد .	
✓شرح دائرة عملية لتنظيم الجهد وكيفية استخدامها لتغذية الدوائر الاخرى .	
✓عمل تجربة في المختبر لمنظم جهد (+5V) .	

المملكـة العربيـة السـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

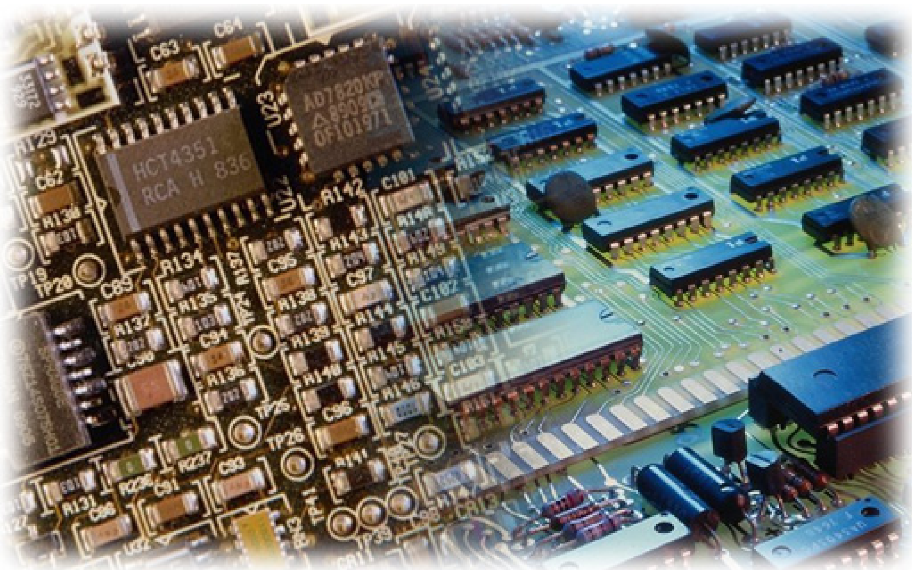
دوائر وأجهزة إلكترونية

الحساسات

الفصل الدراسي الثاني

الحساسات

٥



الحساسات

(Sensors)

عند ما يكتمل هذا الباب يكون الطالب لديه القدرة على معرفة مايلي :

- ✓ معرفة الحواس البشرية وأجهزة الاحساس الأخرى المتنوعة .
- ✓ معرفة الحساسات الحرارية مثل حساسات قياس درجة الحرارة بواسطة الازدواج الحراري وترمومتر المقاومة من خلال استخدام الازدواج الحراري ، التثرميستور .
- ✓ معرفة أشباه الموصلات مثل ، **NTC** ، **PTC** .
- ✓ عمل تجربة مخبرية على دائرة المزدوج الحراري كحساس لدرجة الحرارة
- ✓ معرفة أنواع أخرى من الحساسات الضوئية مثل ، الخلية الشمسية ، المقاومة الضوئية ، الترانزستور الضوئي ، وعمل تجارب مخبرية عليها وأخذ القياسات لها ،
- ✓ التعرف على حساسات قياس مستوى المليء .

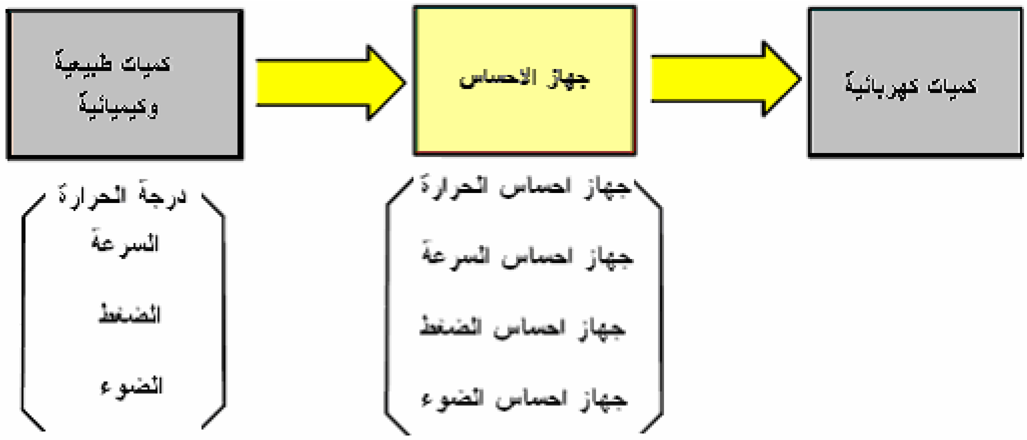
الحساسات
(Sensors)

١ - تعريف الحساس:

قبل أن نعرف ماهو الحساس سنتعرض بايجاز مهم أولاً لماذا كانت الحاجة للحساسات ؟ (أو ما أهمية الحساسات) وأيضاً سنذكر مميزات تحويل الكميات الطبيعية المختلفة إلى اشارات كهربائية.
فلكي نتحكم في جميع العمليات الصناعية أو عمل مراقبة لهذه العمليات فإن هذا يعتمد على القدرة على دقة وسرعة قياس الكميات الطبيعية أوما يسمى بالمتغيرات الطبيعية (Physical Variables) والتي مطلوب التحكم فيها أو مرقبتها.
ملاحظة: الكميات الطبيعية هذه يمكن تسميتها بمتغيرات التحكم (Controlled Variables)
وهذه أمثلة لأهم المتغيرات الطبيعية هي الضغط ، درجة الحرارة ، السرعة ، الموضع ، العجلة ، معدل السريان ، وشدة الإضاءة ....وغيرها.
وعلى العموم فلقد وجد أن أحسن الطرق لقياس هذه المتغيرات (الكميات) الطبيعية هو تحويلها إلى إشارة كهربية ومن ثم قياس (أوكشف) هذه الاشارة بعنصر قياس كهربي مناسب حيث إن تحويل الكميات الطبيعية إلى إشارة كهربية افضل من تحويل الكمية الطبيعية إلى إشارة ميكانيكية وذلك لان الاشارة الكهربية لها المميزات الاتية:

١) الإشارة الكهربية يمكن تكبيرها بسهولة ويسر وذلك يجعل القياسات ذات حساسية ودقة عالية.
٢) يمكن نقل الإشارة الكهربية بسهولة من مكان لآخر (بعكس الإشارة الميكانيكية).
٣) الإشارة الكهربية يمكن معالجتها بسرعة عالية باستخدام الكمبيوتر.
٤) فضلاً عن ذلك فالحساسات أو أجهزة القياس الكهربية صغيرة، خفيفة الوزن، سهلة التداول.

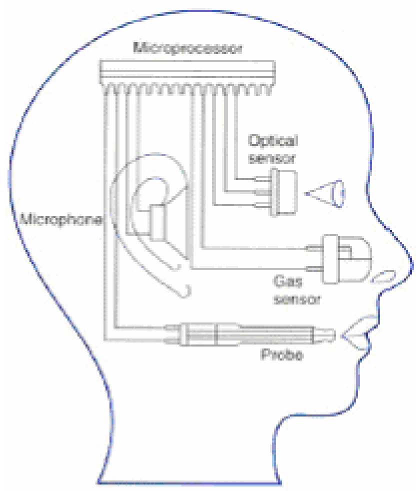
إذن فتعريف الحساس (ماهو الحساس ؟): هو عنصر (أوجهاز) يقوم بتحويل الكميات الطبيعية المتغيرة إلى إشارة كهربية. أو هو أداة التحويل التي تقوم بتحويل الكميات الطبيعية والكيميائية المتنوعة إلى كميات كهربائية والشكل (٨ – ٣) يوضح العلاقات بين جهاز الاحساس والكميات الطبيعية والكيميائية والكميات الكهربائية .



الشكل (٨ - ٣) **جهاز الاحساس**

تحويل الكميات الطبيعية والكيميائية إلى كميات كهربائية يتيح تكبير الكميات الكهربائية الصغيرة جداً وذلك بجعل القياسات ذات حساسية ودقة عالية. يضاف إلى ذلك أن الكميات الكهربائية لها ميزة معالجتها بسرعة باستخدام الحاسوب كما ذكرنا آنفاً .

الحواس البشرية وأجهزة الإحساس الأخرى المتنوعة :



الشكل (٨ - ٤)

يمكن ذكر أجهزة الإحساس بالمقارنة مع الحواس البشرية. والشكل (٨ – ٤) يوضح أماكن الإحساس لدى الإنسان ، ويبين الجدول التالي الحواس البشرية مثل السمع والبصر وبين أجهزة الإحساس الأخرى المتنوعة.

الحاسة البشرية	العضو البشري	الظاهرة الطبيعية الوسيطة	جهاز الاحساس	
البصر	العين	الضوء	عنصر تحويل ضوئي	بطارية ضوئية عنصر موصل ضوئي ترانزستور ضوئي ثنائي ضوئي
السمع	الأذن	الصوت	كهربائي اجهادي	عنصر كهربائي إجهادي عنصر مقاومة إجهادي ثنائي إجهادي
اللمس	الجلد	الازاحة الضغط	كهرومغناطيسي	عنصر هول ممانعة مغناطيسية ثنائي مغناطيسي
الاحساس بالحرارة	الجلد	درجة الحرارة	كهرو ضوئي	عصرموصل ضوئي ترانزستور ضوئي ثنائي ضوئي
			كهرو حراري	ثرميستور ــ ميزان حرارة ازدواج كهرو حراري مقا ومة حرارية
الشم	الانف اللسان	امتصاص الجزئ	رطوبة غاز	

جدول يبين الحواس البشرية واجهزة الاحساس الاخرى المتنوعة

مثلاً احساس البصر يكون باستخدام العين كمستقبل ويحدث بواسطة إثارة الطاقة الضوئية لخلايا الشبكية في العين. جهاز الاحساس لهذه الحاسة البشرية هو جهاز إحساس ضوئي مثل الخلايا الضوئية والخلايا الموصلة الضوئية التي تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية.

وبخلاف جهاز الاحساس الضوئي هناك أجهزة إحساس أخرى متنوعة تم تطويرها لتناظر الحواس البشرية مثل السمع والاحساس بالحرارة.
وكما ذكرنا فإن جهاز الإحساس يقوم بتحويل الكميات الطبيعية والكيميائية المتنوعة إلى كميات كهربائية كبديل للحواس البشرية. عادة يكون جهاز الإحساس صغير وخفيف الوزن وسهل التداول.

ملاحظة:

مصطلح أو كلمة الحساس (Sensor) لاتعني رأس الحس الفعلي فقط والتي تكشف المتغيرات الطبيعية ولكن أيضاً دوائر المواجهة الإلكترونية والمكبرات التي يحتاجها الحساس لأداء عمله . والشكل (٨ – ٥) يبين مخطط العلاقة بين دخل الحساس الكهربائي وخرجه .



الشكل (٨ - ٥)

٢ - تقسيم الحساسات :

يمكن تقسيم الحساسات من عدة أوجه. ولكن ما يهمنا هنا هو تقسيم الحساسات طبقاً لإشارة خرجها حيث يمكن تقسيمها إلى :

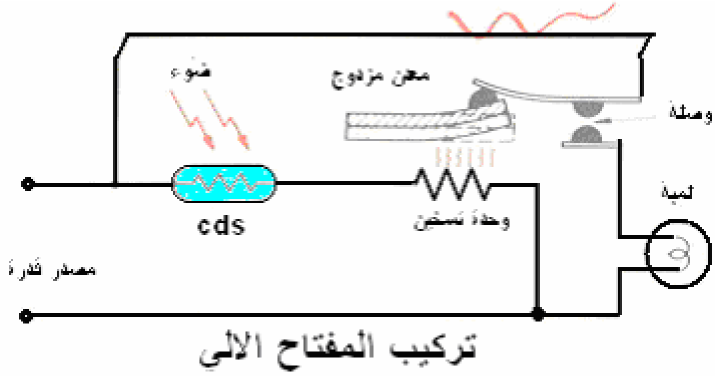
أ - **حساسات رقمية** Digital Sensor.

ب - **حساسات تناظرية** Analog Sensor.

أولاً الحساسات الرقمية **Digital Sensor** .

وهي حساسات تعطي خرج في صورة رقمية أي ببساطة لها حالتين هما : حالة توصيل On وحالة قطع Off
ولايمكن أن يوجد بينهما قيم متوسطة.
والمثال الآتي يوضح تركيب المفتاح الآلي: حيث يمكن مراقبة درجة الحرارة في سخان كهربي Electric Heater بواسطة شريحة من المعدنين مختلفين تلتوي بتغير درجة الحرارة Bimetal Strip كما في الشكل (٨ – ٦) .

تقوم حرارة السخان بثني المعدن المزدوج فيتحكم في توصيل وفصل طرفي الوصلة الكهربائية وينتج عن ذلك دائرة وصل وفصل آلياً طبقاً لدرجة الحرارة لإضاءة واطفاء اللمبة .

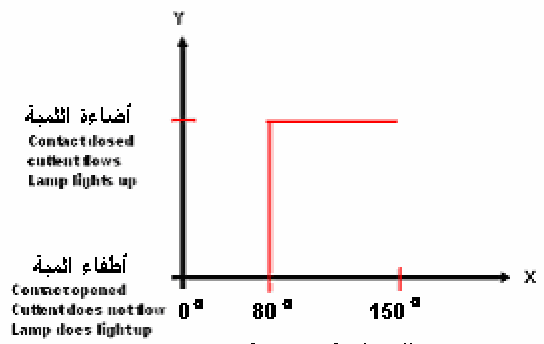


الشكل (٨ - ٦)

ويعمل النظام كالآتي:

عندما تكون درجة الحرارة داخل السخان منخفضة يكون اتصال (وصل) شريحة المعدن المزدوج مفتوحة (open) فتفتح دائرة لمبة الانذار فتكون لمبة الانذار غير مضاءة.

عندما ترتفع الحرارة في السخان الكهربي وتصل إلى درجة معينة سوف تغلق وصلة المعدن المزدوج ويقفل دائرة لمبة الانذار فتضئ اللمبة . والشكل (٨ – ٧) يوضح العلاقة بين درجة الحرارة وإشارة الخرج لعنصر الحساس (شريحة المزدوج المعدني) حيث x المحور يمثل درجة الحرارة والمحور y يمثل خرج الحساس وهو عبارة عن قيمتين فقط وهما لمبة مضاءة Lamp on أولمبة غير مضاءة Lamp off



الشكل (٨ - ٧)

وواضح أن خرج الحساس (حالة إشارة الحساس) لها وضعين فقط وهما :

عندما تكون درجة الحرارة فوق حد معين تكون حالة إشارة الحساس في المستوى المنخفض Low level .

عندما تكون درجة الحرارة فوق حد معين تكون حالة إشارة الحساس في المستوى العالي High level ولايوجد إشارة خرج بين هذين المستويين العالي والمنخفض . ونظرياً يحدث الانتقال من المستوى المنخفض إلى المستوى العالي بسرعة عالية جداً (زمن صفر) .

واشارة الخرج يمكن اعتبارها قيمتين فقط (هي تظهر بوضوح مثل إشارة ثنائية) .

من المثال السابق وضح أن :

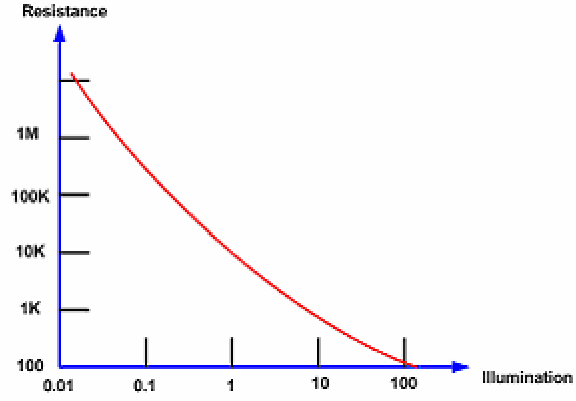
الحساسات الرقمية يكون إشارة خرجها له حالتين فقط . حالة توصيل on وحالة فصل off ومثلة للحساسات الرقمية وهي مفاتيح الحدLimit Swiches (الميكانيكية أوالمغنطيسية).

ملاحظة : الإشارة الثنائية التي لها قيمتين فقط (1) أو (0) وهي حالة خاصة من الإشارة الرقمية حيث إن الإشارة الرقمية Digital Signal يمكن أن تأخذ أي رقم محدد القيمة.

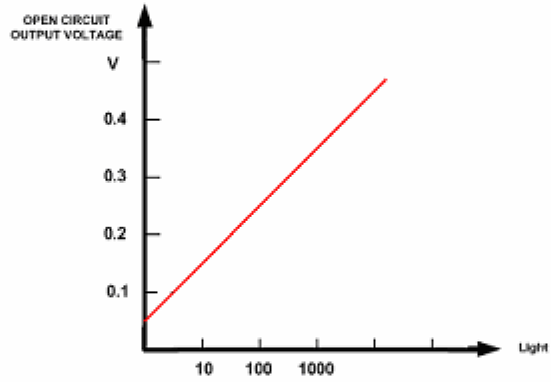
الحساسات التناظرية : Analog Sensors

وهي الحساسات التي تعطي إشارة خرج تناظري أي أنها تعطي إشارة خرج كهربية تتناسب في كل لحظة مع القيمة الطبيعية المطلوب قياسها. وقد يكون خرج الحساس يتناسب طردياً بصورة خطية مع الكمية الطبيعية أو يتناسب طردياً ولكن بصورة خطية كما هو مبين بالشكل (٨ – ٨) .حيث الشكل (٨ – ٨- أ) يوضح العلاقة بين شدة الإضاءة ومقاومة الخلية الضوئية وواضح أنه بزيادة شدة الإضاءة تقل المقاومة(علاقة عكسية) ولكن ليس بصورة خطية. ويبين الشكل (٨ – ٨- ب) مثال آخر للخرج التناظري وهو العلاقة بين شدة الاضاءة (الدخل) وجهد(الخرج) في الخلية الشمسية وهي علاقة طردية.

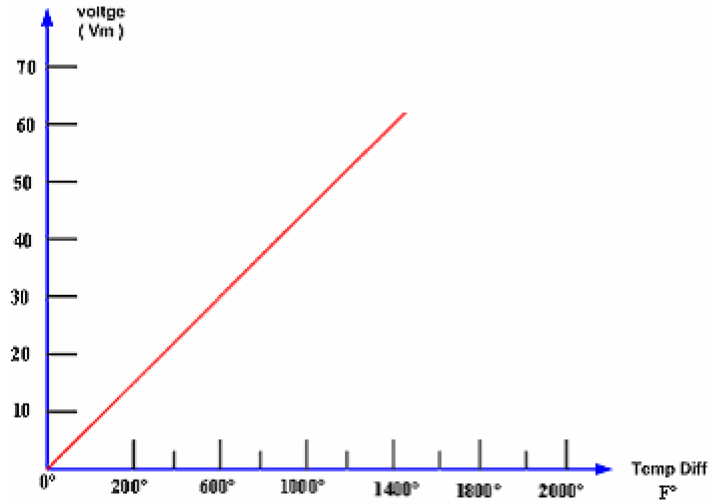
والشكل (٨ – ٨- جـ) يوضح مثال اخر لخرج حساس تناظري وهو العلاقة بين درجة الحرارة (الدخل) والجهد المتولد في ازدواج حراري يتكون من سبيكة نيكل كروم وسبيكة نحاس نيكل. وواضح في هذا الشكل إن العلاقة طردية وخطية.



(ب)



(أ)



(جـ)

الشكل (٨ - ٨)

الحساسات التناظرية Analog Sensors

حساسات قياس درجة الحرارة :

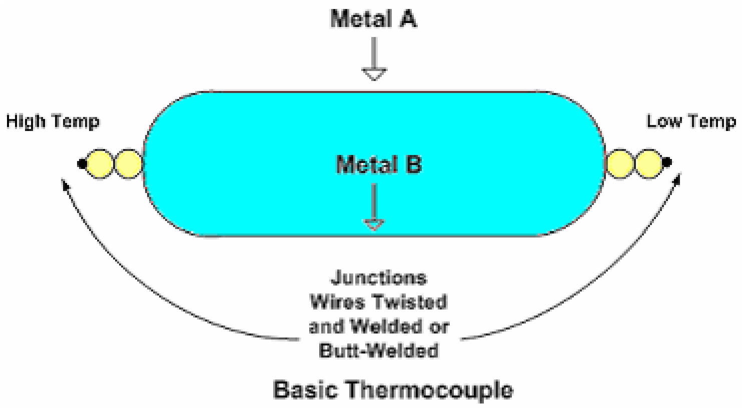
يعتمد عمل حساسات قياس درجة الحرارة على تحويل مقدار التغير في درجة الحرارة إلى كمية كهربية تتناسب مع هذا التغير. ويوجد عدة أنواع من حساسات قياس درجة الحرارة نخص بالدراسة منها نوعين هما :

الازدواج الحراري ، ترمومتر المقاومة :

الازدواج الحراري : Thermo Couple

يعتبر من أكثر العناصر استخداماً في الصناعة لقياس درجة الحرارة.

تركيبه: يتكون الازدواج (المزدوج) الحراري من سلكين معدنيين مختلفين أو غير متشابهين مثل (نحاس وسبيكة نيكل كروم) أو(بلاتين وراديوم بلاتين) مربوطين في نقطتي اتصال أوالتحام، كما هو موضح في الشكل (٨ – ٩) .



الشكل (٨ - ٩)

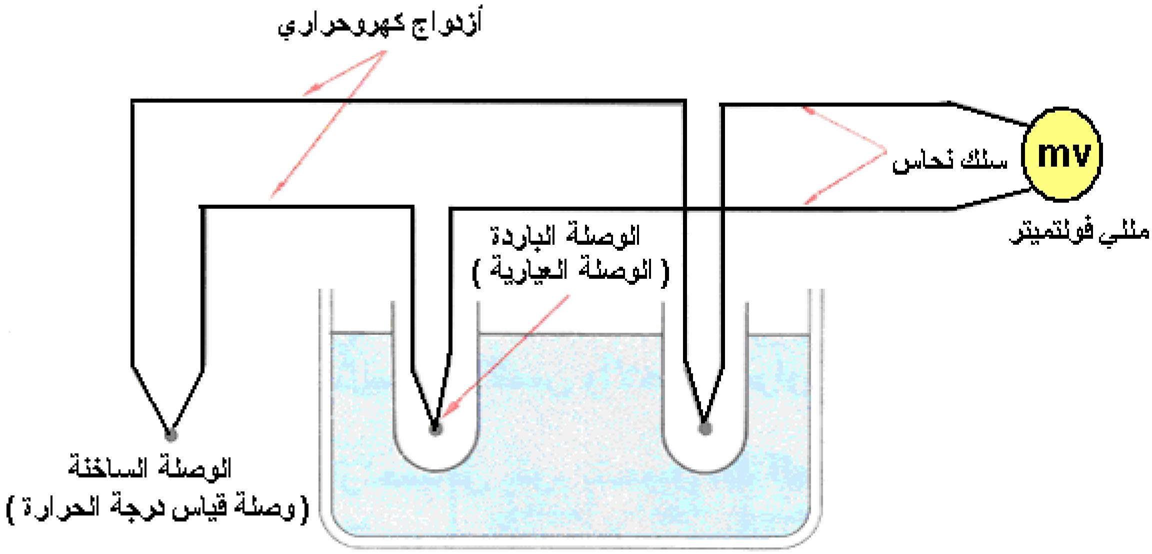
إحدى نقطتي الاتصال تعرف باسم نقطة القياس أو الوصلة الساخنة hot junction وهي تعرض للمصدر الحراري المطلوب قياس درجة حرارته . ونقطة الاتصال الأخرى تحفظ باردة أو عند درجة حرارة ثابتة .

نظرية عمله : يتولد جهد كهربي في نقطتي الازدواج الحراري عند تعرض إحدى نقطتي الالتحام إلى درجة حرارة عالية ، بينما تحفض النقطة الأخرى في درجة حرارة منخفضة، والجهد الكهربي المتولد يتناسب مع الفرق بين درجة حرارة نقطتي الازدواج، وهذه الظاهرة تعرف باسم ظاهرة سيبك (SeebeckEffect) .والجهد الناتج في الازدواج الحراري يكون في حدود المللي فولت ومع زيادة درجة الحرارة فإن الجهد الناتج يزداد والعلاقة بين الجهد ودرجة الحرارة تقريباً خطية . والجهد الناتج (المتولد) في الازدواج الحراري يعتمد على نوعين هما :

١) نوعي المعدن المستخدمان في الازدواج.
٢) الفرق في درجة الحرارة بين نقطة الالتحام الساخنة (نقطة القياس) والنقطة الأخرى.

استخدام الازدواج الحراري في قياس درجة الحرارة :

يستخدم الازدواج الحراري لقياس درجة الحرارة كما هو موضح في الشكل (٨ – ١٠) حيث يتم إدخال جهاز حساس في مسار دائرة الازدواج الحراري وقد يستخدم مكبر لتكبير الجهد المتولد الصغير، ويتم معايرة تدريج جهاز القياس الكهربي للحساس ليتناسب مع الفرق في درجة الحرارة بين الوصلتين .



مبدأ عمل الترمومتر الكهروحراري

الشكل (٨ - ١٠)

ملاحظات :

١) يمكن وضع الوصلة الساخنة في غلاف مناسب لمقاومة الصدأ والاجهادات والعوامل الجوية الأخرى.

٢) في الشكل السابق كل من المعدن (A) والمعدن (B) يتلامسان فعلياً في نقطة واحدة (نقطة القياس) والنقطة الثانية لتلامس المعدنين A و B هي نقطة اتصال المعدن A مع سلك النحاس واتصال المعدن B مع سلك النحاس وعملياً يحفظان في نفس درجة الحرارة ويتم وضعهما في غلاف واحد معزول عن العملية المطلوبة قياسها وبالتالي يعملان عمل نقطة واحدة (النقطة الباردة أو العيارية) .

٣) يمكن أن ننسب قراءة جهاز القياس مباشرة إلى درجة حرارة النقطة الساخنة بدلاً من أن ننسبها إلى الفرق بين درجتي حرارة النقطة الساخنة والنقطة الباردة اذا علمنا مسبقاً درجة حرارة النقطة الباردة وهي إحدى مميزات استخدام الازدواج الحراري في الصناعة.

٤) من ميزات الازدواج الحراري أيضاً أنه يمكن أن يقيس من مدى (200° درجة مئوية إلى 1600° درجة مئوية) باستخدام المعدنين المناسبين وأنه ذو تدريج خطي وسريع الاستجابة .

الثرميستور Thermistor :

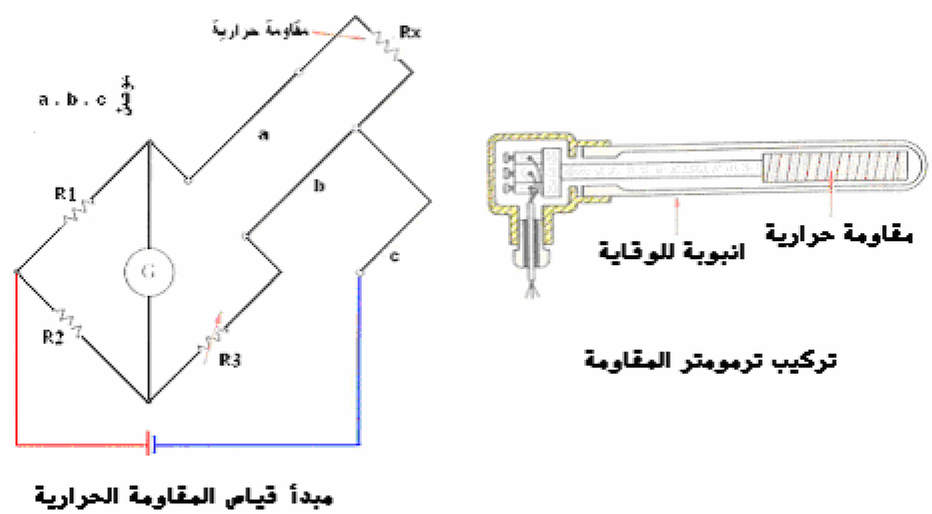
بجانب استخدام جهد المتولد في الازدواج الحراري لقياس درجة الحرارة كهربياً يمكن أيضاً استخدام التغير في المقاومة الكهربية الذي يحدث في كثير من المواد عند تغير درجة حرارتها.

استخدام الثرميستور (أوالمقاومة الحرارية) لقياس درجة الحرارة :Resistance Thermometer تتغير قيمة المقاومة بتغير درجة الحرارة. لذلك فإن ترمومتر المقاومة يقوم بقياس درجة الحرارة على أساس قياس قيمة المقاومة باستخدام دائرة القنطرة. والمقاومةالمستخدمة تتغير قيمتها تغيراً كبيراً مع تغير درجة الحرارة. والمقاومة المستخدمة في ترمومتر المقاومة تسمى المقاومة الحرارية ، وتحتوي المقاومة الحرارية على معادن مثل البلاتين – النيكل – النحاس وأنصاف الموصلات مثل الثرميستور . ويبين الشكل (٩ -١) تركيب ترمومتر المقاومة .

وإذا كانت دائرة القنطرة بعيدة عن الحرارية فإن مقاومة موصل المقاومة الحرارية تتغير طبقاً لدرجة الحرارة السطحية فيؤدي ذلك إلى حدوث خطأ . ولتجنب هذا الخطأ تثبت دائرة القنطرة مع المقاومة الحرارية المتصلة بالموصلات a – b – c كما هو موضح في الشكل (٩ – ١) وعند توازن دائرة القنطرة تتحقق المعادلة التالية مع ملاحظة التوصيل على التوالي للموصل a مع المقاومة الحرارية RX والتوصيل على التوالي للموصل b مع المقاومة المتغيرة R3 .

$$R2 (Rx + Ra) = R1 (R3 + Rb)$$

حيث Ra هي مقاومة الموصل a . و Rb هي مقاومة الموصل b . ولهذا فإن التغيرات في قيمة مقاومة الموصلات مع درجة الحرارة السطحية يتم إزالتها لتجعل الخطأ صغيراً . الموصل c المتصل بدائرة مصدر القدرة لاعلاقة له بتوازن دائرة القنطرة . ونطاق قياس الترمومتر يتراوح بين 200- درجة مئوية إلى 200+ درجة مئوية في المقاومة الحرارية للبلاتين ، و بين 50- درجة مئوية إلى 250+ درجة مئوية في النيكل ، ومن 50- درجة مئوية إلى 150+ درجة مئوية في النحاس .



الشكل (٩ - ١)

ميزة ثرمومترات المقاومة بالمقارنة مع المزدوجات الحرارية تكمن في حساسيتها الكبرى .

مجسات أشباه الموصلات : مقاومات NTC و PTC

بعض مواد أشباه الموصلات تظهر مقاومتها النوعية اعتماداً على درجة الحرارة أكبر كثيراً مما في المعادن . لذا يفضل استخدامها كلواقط سلبية لقياسات درجة الحرارة . ويفرق في ذلك بين نوعين: مواد بمعاملات درجة حرارة موجبة – مقاومات PTC أوالموصلات الباردة – ومواد بمعاملات درجة حرارة سالبة – مقاومات NTC أو الموصلات الساخنة .

التجربة (الحادية عشرة)

دائرة المزدوج الحراري كحساس لدرجة الحرارة

(Experiment Temperatures Sensors and Transmitters)

المقدمة:

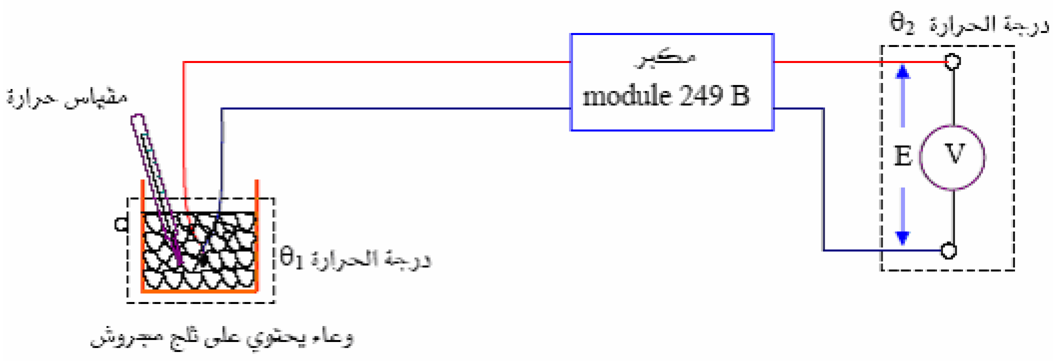
تعتمد فكرة عمل المزدوج الحراري على مزدوجين حراريين مكون من معدنين من النحاس وسبيكة من النحاس والنيكل تسمى كونستنتان يوضع في ثلج حتى تصل حرارته إلى (0^o) وبالتالي تكون قراءة جهاز الفولتميتر معبرة عن فرق درجة الحرارة ويعتبر هذا النوع من المبدلات دقيق جداً.

الهدف من التجربة: دراسة أساسيات التطبيق العملي للمزدوج الحراري كحساس لدرجة الحرارة.

التجهيزات المطلوبة في التجربة:

١) جهاز مكبر (Amplifier (modul 294 B .
٢) مصدر حراري .
٣) عدد 2 مقياس حرارة .
٤) وعاء من الثلج المجروش .
٥) عدد 1 مزدوج حراري من نوع (نحاس – كونستنتان) ذو أطراف طويلة نسبياً .
٦) جهاز قياس للجهد المستمر .

الدائرة العملية:



الشكل (٩ - ٢)

خطوات التجربة :

١) قم بتوصيل الدائرة المبينة في الشكل(٩ – ٢) ، حيث يوضع قليل من الثلج المجروش في وعاء زجاجي حراري وتغمس وصلة المزدوج الحراري كاملة داخل الثلج وتقاس درجة الحرارة بواسطة مقياس حرارة ويقاس الجهد الناتج بواسطة مقياس للجهد المستمر بعد تكبير إشارة الجهد الناتج

عن المزدوج الحراري عن طريق مكبر (Amplifier (modul 294 B .

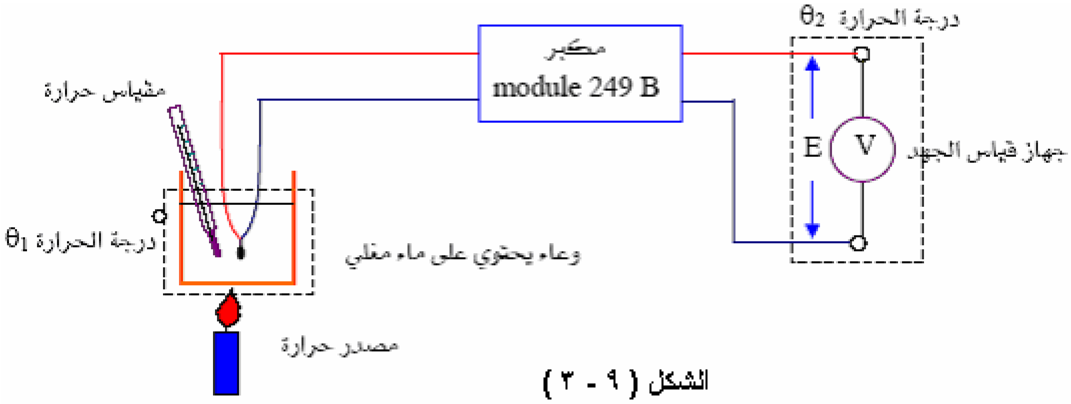
٢) قس وسجل في الجدول رقم (١) قيمة درجة حرارة الوصلة (المنغمسة في الثلج المجروش) عن طريق مقياس الحرارة .

٣) قس وسجل في الجدول رقم (١) قيمة درجة حرارة الغرفة عن طريق المقياس الآخر للحرارة.

٤) قس وسجل في جدول رقم (١) قيمة الجهد المستمر المقاس بواسطة جهاز قياس الجهد بعد ضبط نسبة تكبير المكبر على قيمة 1000 .

٥) أضف ببطء كمية من الماء إلى الثلج لرفع درجة الحرارة وقس وسجل في الجدول رقم (١) كل من درجة الحرارة والجهد المناظر.

٦) كرر الخطوة (5) بإضافة الماء لرفع درجة الحرارة مع قياس وتسجيل درجة الحرارة والجهد المناظرحتى تصل إلى درجة حرارة الماء.



الشكل (٩ - ٣)

٧) قم بتوصيل الدائرة المبينة بشكل (٩ – ٣) ، حيث يوضع قليل من الماء في وعاء زجاجي حراري مع تسخين الوعاء حتى مرحلة غليان الماء وتغمس وصلة المزدوج الحراري كاملة داخل الماء المغلي وتقاس درجة الحرارة بواسطة مقياس الحرارة ويقاس الجهد الناتج بواسطة مقياس للجهد المستمر بعد تكبير إشارة الجهد الناتج عن المزدوج الحراري عن طريق المكبر.

٨) قس وسجل في الجدول (١) قيمة درجة حرارة الوصلة (المنغمسة في الماء المغلي) عن طريق مقياس الحرارة

٩) تأكد من قياس وتسجيل قيمة درجة حرارة الغرفة عن طريق المقياس الآخر للحرارة .

١٠) قس وسجل في جدول (١) قيمة الجهد المستمر المقاس بواسطة جهاز قياس الجهد بعد ضبط نسبة تكبير المكبر على قيمة 1000 .

١١) أبعد مصدر الحرارة وانتظر قليلاً حتى يبرد الماء قليلاً .

١٢) أضف ببطء كمية من الماء إلى الماء الساخن لخفض درجة الحرارة وقس وسجل في جدول رقم (١) كل من درجة الحرارة والجهد المناظر .

١٣) كرر الخطوة رقم (12) بإضافة الماء لخفض درجة الحرارة مع قياس وتسجيل درجة الحرارة والجهد المناظر حتى تصل إلى درجة حرارة الماء .

١٤) قم بتعبئة الجدول رقم (١) واحسب القيمة المتوسطة للثابت C .

١٥) ارسم العلاقة بين درجة الحرارة (T) المحور الأفقي . والجهد المحور الرأسي .

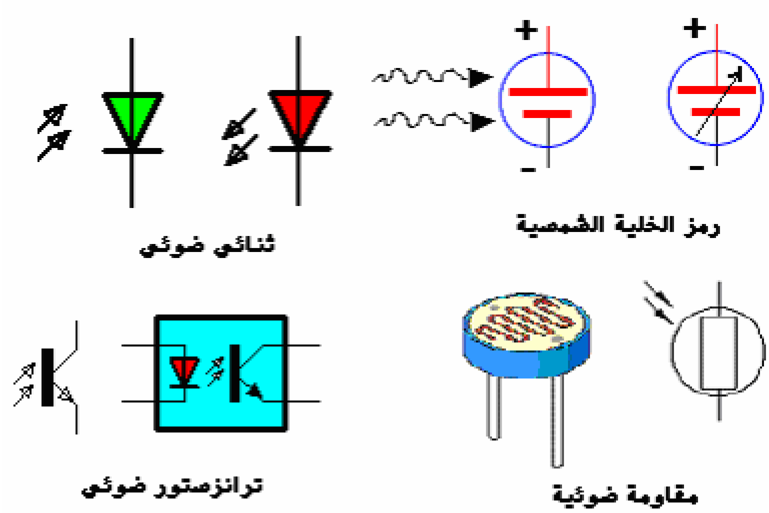
الجدول (١)

الوسط المختبر	الخطوة	درجة حرارة T الوصلة المخبرية C°	درجة حرارة الغرفة C°	الفرق بين درجتي الحرارة C°	الجهد المقاس V	الثابت C V/C°	القيمة المتوسطة للثابت C V/C°
الماء المغلي	1	100					
	2	90					
	3	80					
	4	70					
	5	60					
	6	50					
	7	40					
	8	30					
الثلج	1	0					
	2	10					
	3	20					
	4	30					

حساسات قياس شدة الإضاءة : sensors to measure light intensity

الأجهزة شبه الموصلة الإلكترونية البصرية هي دايودات وترانزستورات مصنوعة . بشكل خاص والتي تتفاعل مع الضوء إلى حد مفيد . والتأثير الضوئي (photo effect) : والمصنوع من بعض مواد أشباه المواصلات لها القدرة على تحويل الطاقة الضوئية الساقطة عليها إلى طاقة كهربائية يتناسب مع شدة الاضاءة ويمكن تصنيع عناصر إلكتروضوئية من أشباه الموصلات هذه وعندئذ يمكن تسمية هذه العناصر باسم الحساسات الضوئية أو مبدلات الطاقة الضوئية . إن كافة الدايودات والترانزستورات تتفاعل مع الضوء إلى درجة ما – وأحد وظائف رزماتها هي قطع الضوء – لكن الأجهزة الإلكترونية البصرية مصممة لتحقيق استعمالاً كافياً لهذه الظاهرة .

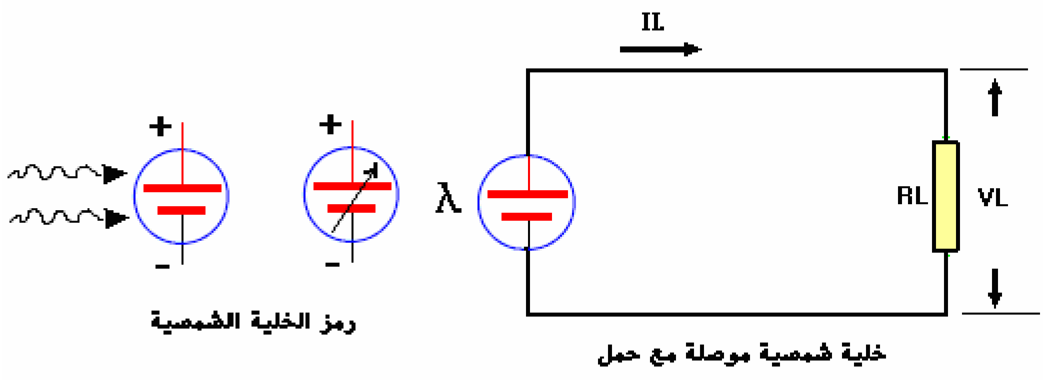
توجد فئتان مهمتان للأجهزة الإلكترونية البصرية : مجسات الضوء وهي دايودات وترانزستورات تحول الضوء إلى تيار كهربائي . وباعثات الضوء هي دايودات تحول الطاقة الكهربائية إلى ضوء (العكس تماماً) . إن الشكل (٩- ٤) يبين رموز هذه العناصر.الدايود الضوئي والترانزستور الضوئي هما مجسات والدايود الضوئي (أو LED) وهو باعث ضوئي ، ورمز الترانزستور الضوئي هو ظاهر بشكل واضح . والحساسات الضوئية photo sensors (photocelles) هي عناصر صغيرة يحدث في تغير استجابتها الكهربائية بتغير شدة الضوء الساقط عليها .



الشكل (٩ - ٤)

وأهم الحساسات الضوئية هي الخلية الشمسية والمقاومة الضوئية. وأيضاً هناك الترانزستور الضوئي والثنائي الضوئي .

١) **الخلايا الشمسية Solar cell** : الخلية الشمسية هي ببساطة دايود ضوئي كبير يحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربية والتي نحصل عليها من أشعة الشمس أو من اللمبات، أوالمصابيح المتنوعة ، ولذا فهو يستخدم كمنبع استطاعة dc . والمادة النصف ناقلة ، الشائعة في تركيب الخلية الشمسية هي مادة السيلكون ، والشكل (٩- ٥) يبين الرمز التخطيطي وهو موصل إلى مقاومة حمل RL ، وتيار الحمل الموجب IL ، وهو التيار العكسي خلال الوصلة PN .



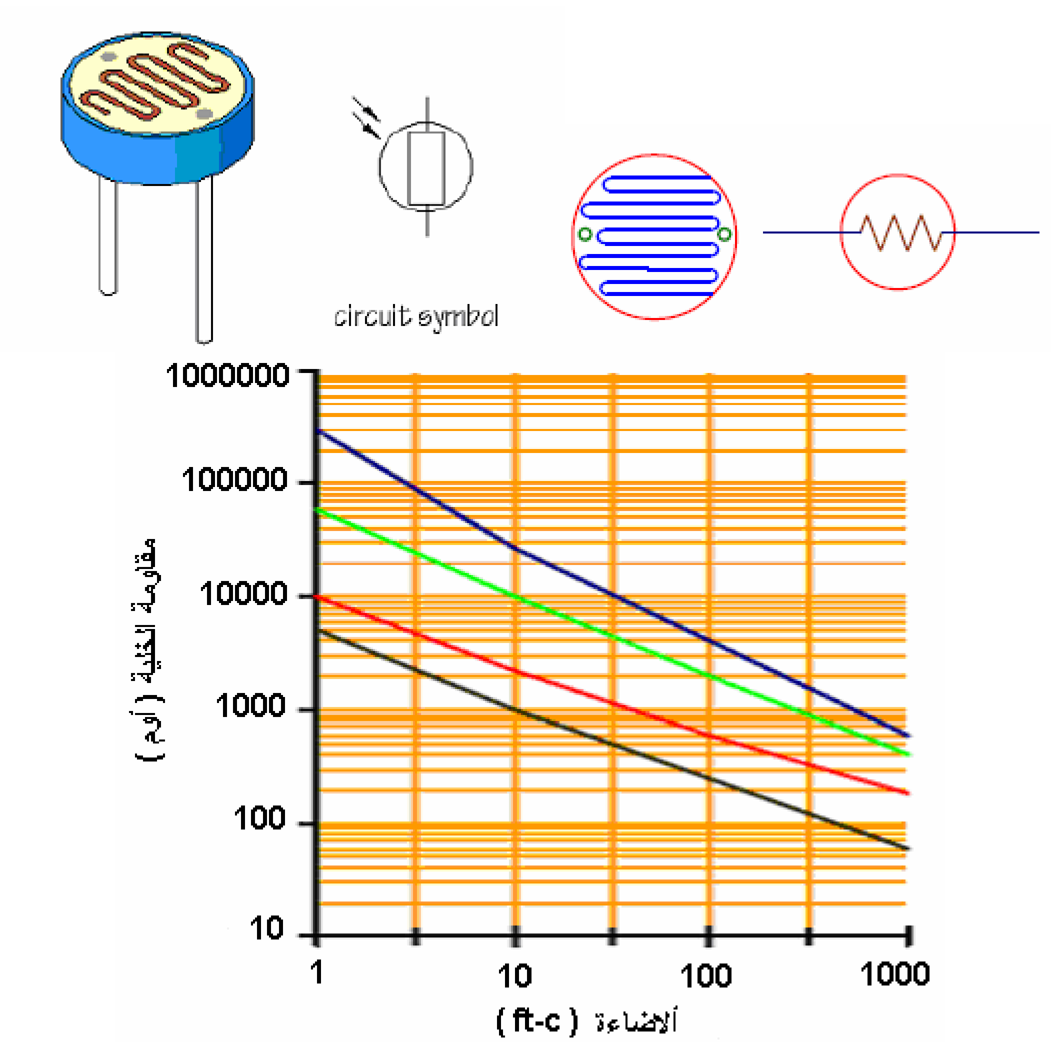
الشكل (٩ - ٥)

وللخلية الشمسية مساحة سطحية كبيرة كي تجمع ما أمكن من الضوء ، ويسقط الضوء على الخلية الشمسية ذي الوصلة PN على المنطقة الناضبة مما يؤدي إلى تحطيم روابط التكافؤ وتوليد مزيد من الثقوب والإلكترونيات الحرة .

والجهد المتولد بواسطة الخلية الشمسية منخفض ، ويقارب 0.6 V بدون حمل ، وإذا حملت الدائرة فإن التيار من رتبة 80 Ma يمكن أن يجزأ في دائرة نموذجية .... ولهذا يمكن أن نوصل عدد كبير من الخلايا على التسلسل أوالتفرع (توالي أو توازي) كي نحصل على أية قيمة مطلوبة للجهد أو التيار .

٢) **الموصل الضوئي (المقاومة الضوئية)Photoresistor** : وهو عنصر ضوئي غير فعال (أي لايولد طاقة) ولكن تتغير مقاومته بمايتناسب مع شدة الضوء الساقط عليه . ويسمى هذا لنوع الخلية الضوئية الموصلة مثل كبريتيد الكادميوم وهي تصنع من مواد نصف ناقلة حساسة للضوء ، وهي تزيد قيمة مقاومتها في الظلام ،وتنخفض في الضوء ولذلك فهي تستخدم في دوائر التحكم الضوئي ولها تطبيقات كثيرة منها : تحويل العلامات المصورة إلى إشارات كهربية ، وفي فتح الأبواب تلقائياً ، بمجرد قطع شعاع من الضوء المرئي ، أو غير المرئي - اشعة تحت الحمراء ، وكذلك في تشغيل صنابير المياه فور وضع اليد اسفلها ، وفي تشغيل اجهزة الانذار ، وفي الآلات الميكانيكية الضخمة – كالقواطع – حتى لايصاب العامل ، إذ يتوقف النصل القاطع عن العمل اذا وضع يده بالقرب منه أثناء التشغيل ،الى آخر مايمكن استخدامها و يرمز لهذه المقاومة بالأحرفLDR اختصاراً للعبارة (Light

Dependent Resistor) ، وأحياناً يرمز لها بالأحرف Cds والشكل (٩ – ٦) يوضح رمز احد الموصلات الضوئية وهي المقاومة الضوئية ، ويوضح أيضاً منحنى خصائص المقاومة .



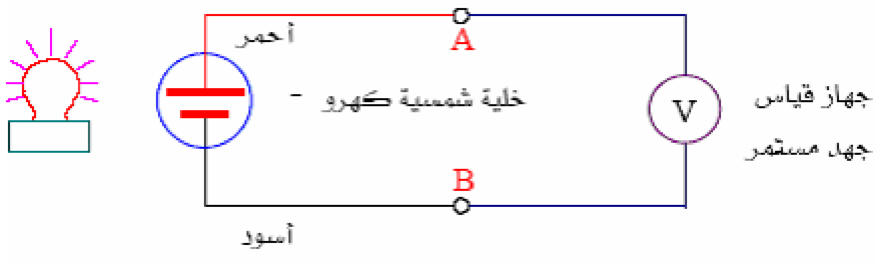
الشكل (٩ - ٦)

التجربة (الثانية عشرة)

الدائرة العملية للخلية الشمسية

الهدف من التجربة: دراسة خصائص الحساس الضوئي للخلية الشمسية .

الدائرة العملية :



الشكل (٩ - ٧)

التجهيزات المطلوبة:

- جهاز قياس متعدد الوظائف .
- خلية كهروضوئية واحدة من الخلايا الضوئية الشمسية .
- مقاومة واحدة قيمتها 20Ω .
- مصدر للضوء .
- شريحة واحدة من الورق الأسود اللون .

خطوات التجربة:

١) قم ببناء الدائرة الكهربائية المبينة في الشكل (٩ – ٧) والتي تحتوي على الخلية الضوئية الشمسية.

٢) افصل مصدر الضوء ثم ضع شريحة من الورق الأسود على الخلية الشمسية الكهروضوئية وقس قيمة الجهد وسجلة في الجدول رقم (١)

٣) أبعد شريحة الورق الأسود عن الخلية الشمسية الكهروضوئية وقس وسجل قيمة الجهد الناتجة عن الإضاءة الطبيعية للغرفة .

٤) وصل مصدر الضوء وقس وسجل قيمة الجهد عند مسافات تباعد مصدر الضوء عن الخلية بالقيم الآتية :

❖ 15cm – 30cm – 60cm - 90cm - 120cm

٥) وصل المقاومة 20Ω بين الطرفين A , B في الشكل (٩ - ٧) .

٦) كرر الخطوة رقم ٤ .

٧) احسب وسجل قيم التيار الكهربائي والقدرة الكهربائية لكل حالة من حالات التباعد السابقة.

٨) ارسم العلاقة الآتية: الجهد الخارجي من الخلية الشمسية الكهروضوئية مع مسافة التباعد بين الخلية ومصدر الضوء .

الجدول رقم (١)

القياسات	مع شرائح الورق الاسود	في إضاءة الغرفة	120cm	90cm	60cm	30cm	15cm
جهد الخلية الشمسية مع المقاومة 20Ω							
التيار mA							
القدرة (mw)							

(التجربة الثالثة عشرة)

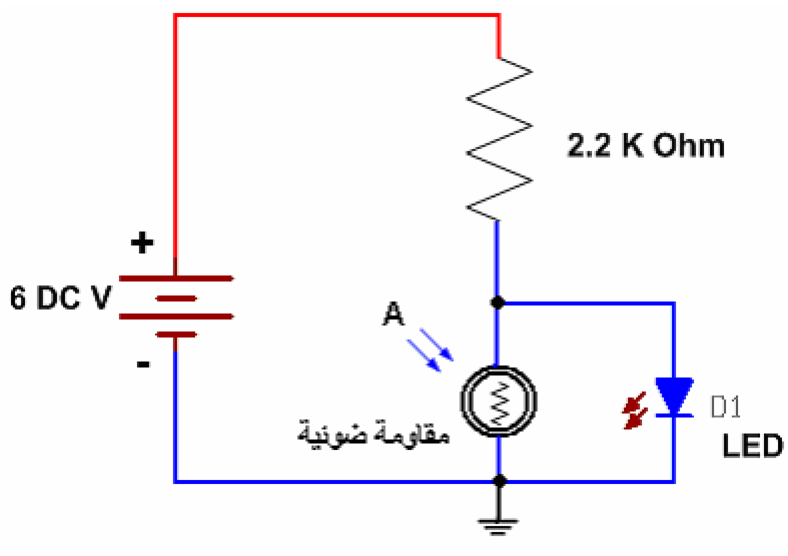
الدائرة العملية للمقاومة الضوئية (الخلية الضوئية)

الهدف من التجربة: دراسة خصائص المقاومة الضوئية في حالتي النور وفي حالة الظلام .

العناصر والأجهزة المستخدمة:

- لوحة توصيل للدائرة .
- مصدر قدرة مستمر 15V DC .
- موحد ضوئي LED .
- مقاومة ضوئية .
- مقاومة نصف وات قيمتها (2.2KΩ) .
- جهاز قياس متعدد الأغراض AVO .

الدائرة العملية :



الشكل { ٩ - ٨ }

خطوات التجربة :

١) بواسطة جهاز القياس ضع المؤشر على قياس المقاومة ثم قس وسجل قيمة المقاومة الثابتة.

قيمة المقاومة الثابتة بعد القياس تساوي	KΩ

٢) استخدم جهاز القاس لقياس قيمة المقاومة الضوئية في النور ثم في الظلام .

قيمة المقاومة في حالة النور تساوي	KΩ
قيمة المقاومة في حالة الظلام تساوي	Ω

٣) وصل الدائرة المبينة في الشكل (٩- ٨) .
٤) القياسات في حالة النور (أي وجود الضوء) .
❖ ماهي حالة الموحد الضوئي هل هو مضاء ❑ أم غير مضاء ❑
❖ استخدم جهاز الفولتميتر لقياس الجهد عند النقطة A .

الجهد عند النقطة A يساوي	v

٥) القياس في حالة الظلام (أي عدم وجود ضوء).
٦) ماهي حالة الموحد الضوئي هل هو مضاء ❑ أم غير مضاء ❑
٧) استخدم جهاز الفولتميتر لقياس الجهد عند النقطة A .

الجهد عند النقطة A يساوي	V

الأسئلة على التجربة:

أكمل الفرغات الآتية : تعتمد المقاومة الضوئية على .... لتغيير قيمتها فعندما يزداد .... تقل .... وعنما تقل .... يزداد ....،

عندما يضيء الموحد الضوئي فهذا يعني أن الانود موصل إلى الجهد .... والكاثود موصل إلى الجهد ....،

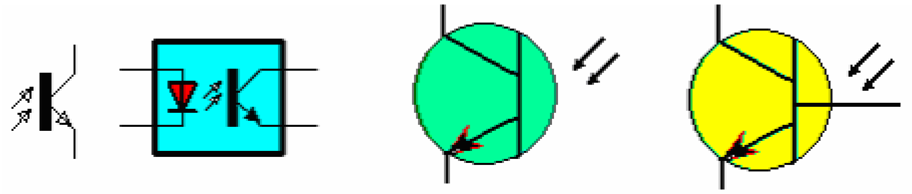
هل تستطيع أن تجعل الموحد الضوئي يضيء إذا كان هناك نور ساقط على المقاومة الضوئية وإذا حصل العكس لايضيء الموحد ، ارسم الدائرة لها .

٣) **الترانزستورر الضوئي Phototransistor** :

وهويشبه تماماً الترانزستور العادي في التركيب حيث يتكون من وصلتين وثلاث مناطق من نوع PNP من مادة السليكون .والشكل (٩- ٩) يبين رمز الترانزستور الضوئي ويوجد نموذجان منه .

أولاً : ترانزستور ضوئي ثلاثي الأطراف وهي القاعدة B والمجمع C والباعث E .

ثانياً : أن يكو للترانزستور الضوئي طرفان وهما الباعث E والمجمع C وهو الأكثر استخداماً.

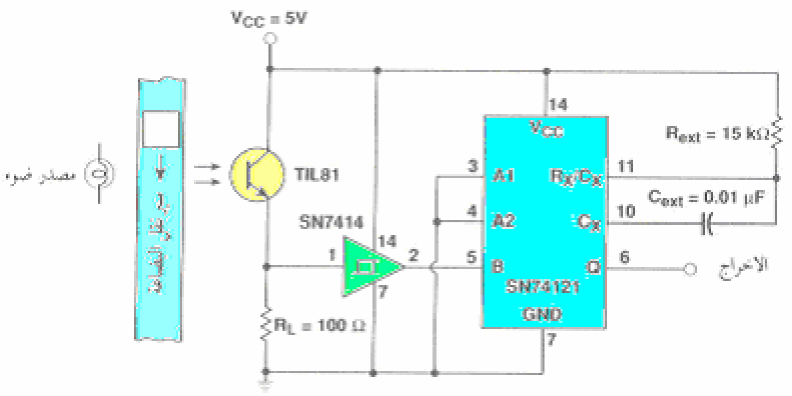


ترانزستور ضوئي

الشكل (٩ - ٩)

نظرية العمل:

عند سقوط الضوء على وصلة المجمع ــ القاعدة الموصلة في انحياز عكسي سيتولد زوج من الإكترونات والفجوات بسبب الطاقة الضوئية الساقطة ويزداد تيار المجمع بزيادة شدة الإضاءة والترانزستور الضوئي يكون أكثر حساسية للضوء لوجود خاصية التكبير في الترانزستور .

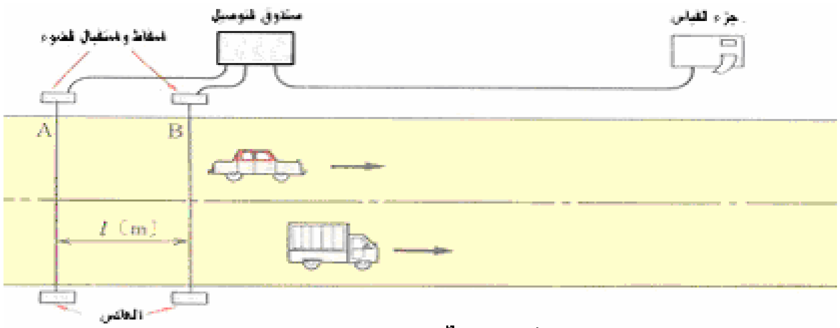


الشكل (٩ - ١٠)

إن الشكل (٩- ١٠) يبين استعمالاً آخر لمصدر ضوء كالدايود الضوئي والترانزستور الضوئي لكشف وجود أوغياب القطع على سير نقل البضاعة في المصنع . وهذا هو المخطط البياني الكامل . ومجدداً، فإن الضوء الذي يبلغ الترانزستور الضوئي (لايوجد إنتاج في الوضعية) يجعل الترانزستور الضوئي يقوم بالايصال ، بحيث يولد حوالي 5V تقرن مع الجهاز SN7414 . وعندما يمنع (يصد) الضوء إلى الترانزستور الضوئي بواسطة الإنتاج على السير ، فإن الترانزستور يتوقف بحيث تكون الفولتية على الجهاز SN7414 معدومة (صفر) .

أما الجهاز SN7414 فإنه يكشف هذا التأرجح في الفولتية من 5V إلى صفر فولت ، ثم يرسل نبضة إلى SN7414 الذي يولد نبضة من فترة زمنية ثابتة تبلغ 100 ميكروثانية. وهكذا ،

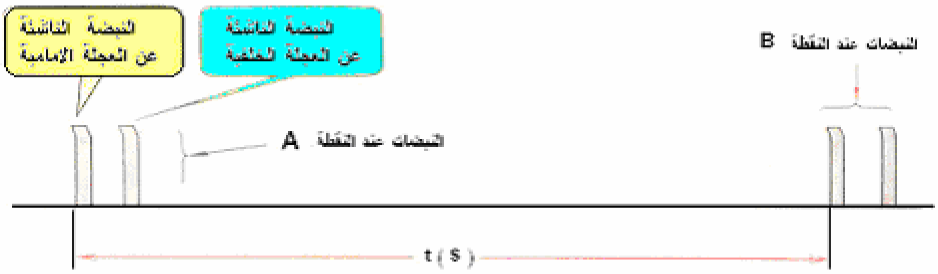
مثال آخر على استخدام الترانزستور الضوئي كاشف سرعة السيارة الكهروضوئي:



الشكل (١٠ - ١) كاشف سرعة السيارة الكهروضوئي

يبين الشكل (١٠-١) كشف السرعة المستخدمة لقياس سرعة السيارات حيث توجد مجموعتان لاسقاط واستقبال الضوء . وتكون العواكس مزودة على الطريق وبينها مسافة ثابتة [m] حتى يمكن ملاحظة الزمن الذي تستغرقة السيارة في المرور بين المجموعتين لمعرفة سرعتها .

عندما تمر سيارة خلال النقطتين B ، A كما في الشكل (١٠-٢) فإن العجلات الأمامية والخلفية تخترق الفيض المضيء وتتولد مجموعتان من النبضات في المستقبل الضوئي .



الشكل (١٠ - ٢) مبدأ عمل كشف سرعة السيارة

ويتم كشف فرق الوقت بين الحافة الأمامية للنبضة المتولدة بمرور العجلة الأمامية عند النقطة A وبين الحافة الامامية للنبضة المتولدة بمرور العجلة الأمامية عند النقطة B وذلك لحساب السرعة.

مثال: عند استخدام كاشف السرعة في الشكل (١٠- ٢) لوحظ أن زمن مرور العربة خلال المسافة AB كان 0.5 ثانية . احسب سرعة السيارة في الساعة إذا كانت المسافة بين النقطتين 7 متر ؟

الحل: حيث إن المسافة بين النقطتين هي 7 متر فإن السرعة في الثانية هي

$$7 \div 0.5 = 14 \ m/s$$

السرعة في الساعة تساوي (م / ساعة $50400 = 14 \div 3600$) وتساوي 50.4 km في الساعة .

س١ احسب سرعة السيارة في الساعة إذا كان زمن مرور السيارة بين النقطتين AB يساوي 0.5 ثانية والمسافة بينهما 10 متر ؟

وبوجه عام يمكن تقسيم تطبيقات الحساسات الضوئية في الصناعة إلى قسمين:

١) الاحساس بوجود هدف معتم (غير شفاف) وفي هذه الحالة يكون خرج الحساس له حالتين:

أ - **الحالة الأولى**: تمثل الأولى وجود الهدف ، والحالة الثانية : عدم وجود الهدف .

مثل النوع المستخدم في عدد القطع على شريط متحرك. أولقياس سرعة دوران قرص دوار (مقياس التاكوميتر الرقمي) حيث يوضع مصدر ضوئي في جانب وحساس الالتقاط الضوئي في جانب آخر من القرص الدوار ، وهذا الحساس قد يكون خلية شمسية أو ترانزستور ضوئي ثم يعمل شق (فتحة) في القرص الدوار. ويمكن استخدام الخلية الشمسية لتنشيط ملف مرحل حيث يستخدم معها ترانزستور ذو كسب عالي . (ويمكن أيضاً استخدام المقاومة الضوئية) في دائرة إنذار ضوئية. ومثل هذا النوع يستخدم أيضاً لمنع تشغيل المكينة إذا كانت يدي المشغل في وضع غير آمن (طرق الخطر) ويوجد أيضاً تطبيقات كثيرة مثل مراقبة حافة شريط معدني لمنعها من أن تحيد (تتحرك) عن الموضع المطلوب.

ب - **الحالة الثانية**: - الاحساس بدرجة الشفافية (مقدار الضوء على النفاذ) أو درجة شدة الإضاءة (المقدرة على توليد ضوء) وعل سبيل المثال يمكن استخدام المقدرة على الاحساس بالشفافية لقياس التركيز الكيماوي ، ومستوى السائل أو لقياس شدة الإضاءة.

(التجربة الرابعة عشرة)

الترانزستور الضوئي

(Experiment for photo – transistor)

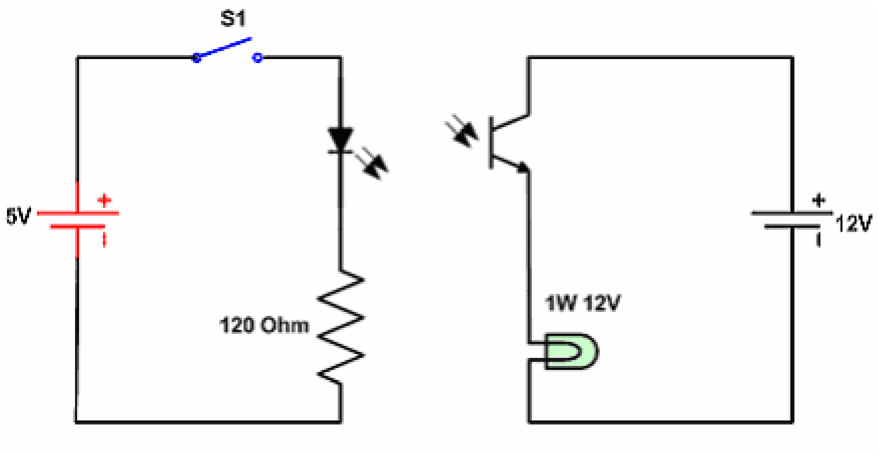
الهدف من التجربة: التعرف على عمل الترانزستور الضوئي من خلال دائرة مبسطة وأخذ القياسات عليها .

المقدمة: أن الفرق الوحيد بين الترانزستور الضوئي والعادي هو أن الترانزستور العادي يتم إعطاء القاعدة جهد لكي يعمل أما الترانزستور الضوئي فيتم إعطاء القاعدة ضوء لكي يعمل. وهذا الضوء عادة يتم الحصول عليه من موحد الليزر لسهولة تركيز الضوء على قاعدة الترانزستور . وهو عبارة عن ترانزيستور من السيلكون من نوع PNP .

الأجهزة والعناصر المستخدمة :

- مصدر قدرة مستمر DC V .
- موحد ضوئي (يمكن الاستغناء عنه باستخدام ليزر يدوي) .
- مقاومة نصف وات 120Ω .
- مصباح (1W / 12V) .
- ترانزستور ضوئي .

الدائرة العملية:



الشكل (١٠ - ٣)

خطوات التجربة والقياس:

١) وصل الدائرة المبينة في الشكل (١٠ – ٣) .
٢) اجعل المفتاح S1 في حالة الوضع OFF .

ماهي حالة المصباح هل هو مضاء ❑ أم غير مضاء❑

٣) اجعل المفتاح S1 في حالة الوضع ON .

ماهي حالة المصباح هل هو مضاء ❑ أم غير مضاء❑

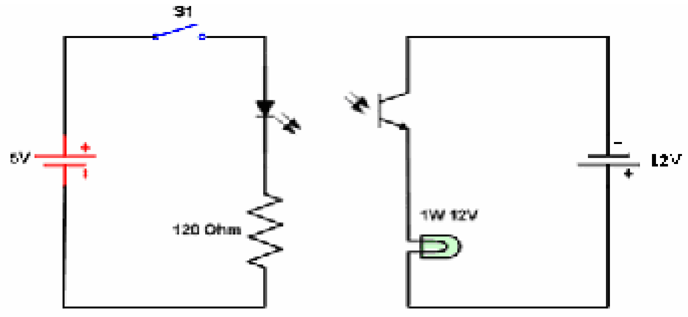
٤) قس الجهد على المصباح في حالتي (OFF & ON) .

في حالة الـ OFF الجهد يساوي	V
في حالة الـ ON الجهد يساوي	V

الأسئلة:

أكمل الفراغات الآتية: عند توصيل الترانزستور الضوئي يجب أن يتم توصيل المجمع إلى الطرف .... للجهد والباعث للطرف .... للجهد .

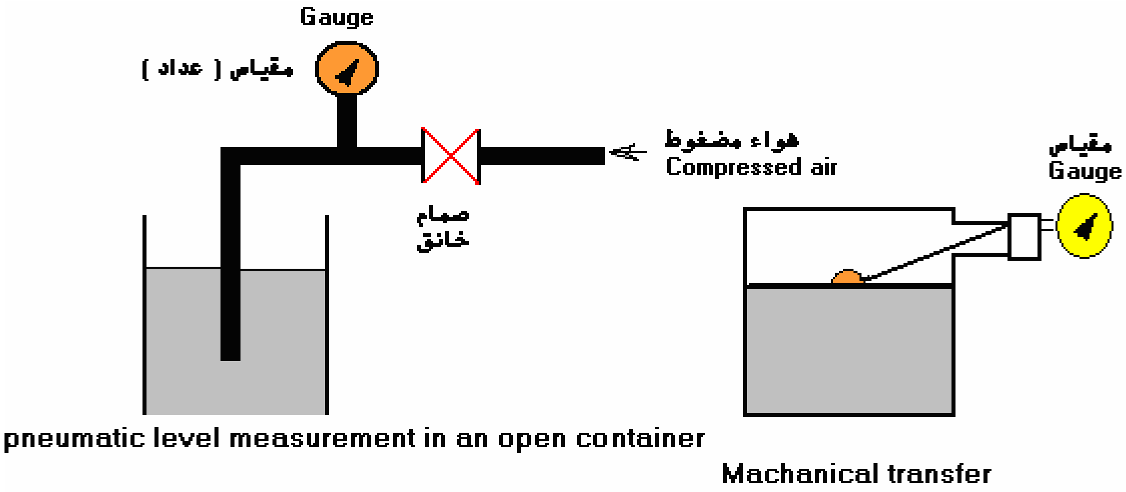
عند تشغيل الدائرة التالية اتضح أن المصباح لايعمل والمطلوب تحديد العطل في الدائرة .



حساسات قياس مستوى الملء sensors to sense the filling leve

يوجد طرق عديدة لقياس أومراقبة المستوى الممتلئ مثل :

قياس المستوى بتغير المقاومة. والشكل (١٠- ٤) يوضح هذه الطريقة حيث تستخدم عوامة ميكانيكية موصلة بذراع مقاومة متغيرة والمقاومة الموصلة بمقياس يعطي مثل معايرته ليعطي ارتفاع السائل مباشرة .

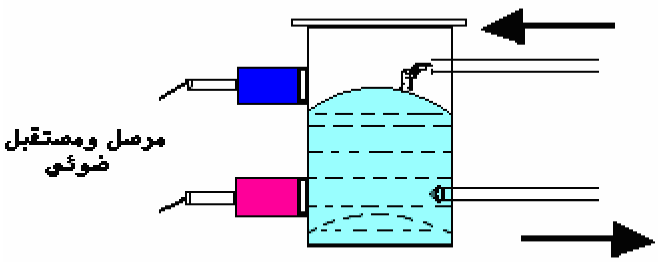


الشكل (١٠ - ٤)

قياس المستوى بواسطة الهواء المضغوط والشكل (١٠- ٤) يوضح هذه الطريقة . وفي هذه الطريقة يتم تغطيس (غمس) أنبوبة بالسائل المراد قياسة ويدفع خلال هذه الأنبوبة ماء مضغوط أو غاز حامل خلال صمام خانق صغير throttle ، والضغط الراجع (المرتد) من سريان تدفق الهواء وراء الصمام ويعتمد على مستوى السائل في الخزان حيث مستوى السائل الأعلى يقابله ضغط أعلى ويمكن قياس مستوى السائل بواسطة مقياس أو عداد يتم معايرة تدريجة بوحدات الارتفاع . وهذه الطريقة عملياً مناسبة للسوائل عالية التلوث ، وذات اللزوجة ، والسوائل المتبلورة .

مراقبة المستوى بواسطة الحساسات الضوئية :

الشكل (١٠- ٥) يوضح طريقة أخرى لمراقبة المستوى بواسطة استخدام الحساسات الضوئية حيث يستخدم حساسين مثلاً لمراقبة المستوى المطلوب .



Filling - level monitoring
الشكل (١٠ - ٥)

يعبأ هذا النموذج من قبل المتدرب

دوائر الحساسات

الجدارة : فهم عمل الحساسات وتطبيقها داخل المختبر .

اسم المتدرب/ - - - - - - - - - - - - - - - - -	التاريخ / - - - - - -
رقم المتدرب / - - - - - - - -	
	المحاولة ١ ٢ ٣ ٤
العلامة / - - - - - - -	
كل بند يقيم بـ ٢٥ نقطة	الحد الأدنى لدرجة المتدرب ٨٠ ٪
درجة المتدرب / - - - - - - -	الحد الأعلى لدرجة المتدرب ١٠٠ ٪

بند التقييم	النقاط
✓ تطبيق قواعد تعليمات السلامة داخل الورشة.	
✓ معرفة الحساس وأنواعه .	
✓ معرفة كيفية عمل الحساسات الحرارية .	
✓معرفة الحساسات الضوئية.	
✓معرفة عمل الحساسات الضوئية داخل المنشأه .	
✓عمل بعض التجارب المخبرية للحساسات الضوئية .	

المملكـــة العربيـــة الســـعودية

المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

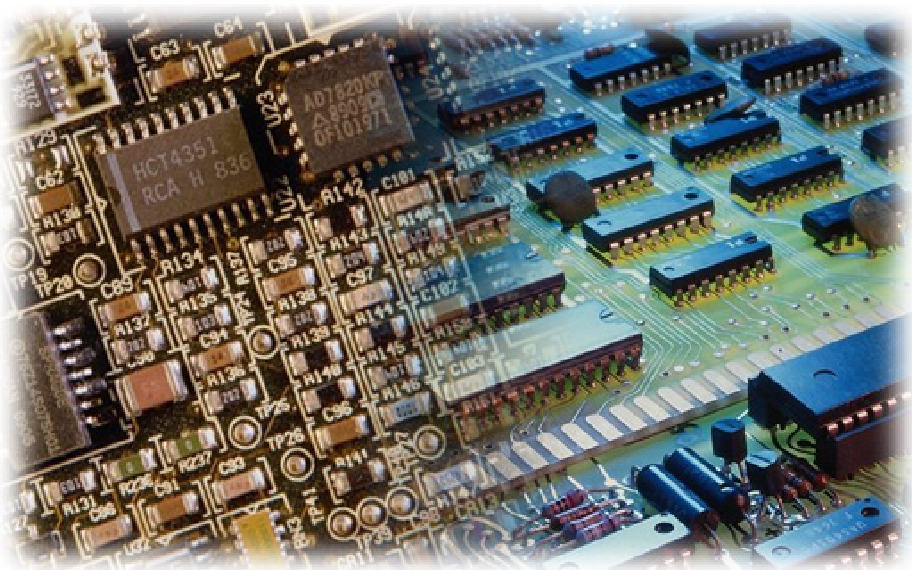
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

دوائر وأجهزة الكترونية

دوائـــر الفحص

دوائـــر الفحص

٦



دوائر الفحص

عند ما يكتمل هذا الباب يكون الطالب لديه القدرة على معرفة مايلي :

- معرفة فاحص الاستمرارية وعمل تجربة عليها وأخذ النتائج لها .
- معرفة فاحص الموحدات وعمل تجربة عليها وأخذ النتائج لها .
- معرفة فاحص الترانزستور وعمل تجربة عليها وأخذ النتائج لها .
- معرفة فاحص المنطق (المسبار المنطقي) وعمل تجربة عليه وأخذ النتائج لها .

دوائر الفحص

المقدمة:

تعتبر دوائر الفحص من أهم الدوائر العملية لصيانة الدوائر الإلكترونية والكهربائية، حيث يتم الكشف عن مدى صلاحية العنصر من خلال دائرة يتم فيها فحص العنصر لتحديد مكمن العطل في الدائرة الإلكترونية أوالكهربائية ،ولعل من أهم العناصر التي سوف نتطرق لها هي كما يلي:

١) دائرة فاحص الاستمرارية .
٢) دائرة فاحص الموحدات .
٣) دائرة فاحص الترانزستور .
٤) دائرة فاحص المنطق (المسبار المطقي) .

(التجربة الخامسة عشرة)

أولاً : دائرة فاحص الاستمرارية

الهدف من هذة التجربة: هو الكشف على الاستمرارية (التوصيلية) هل هناك انقطاع أو قص في التوصيلات النحاسية.

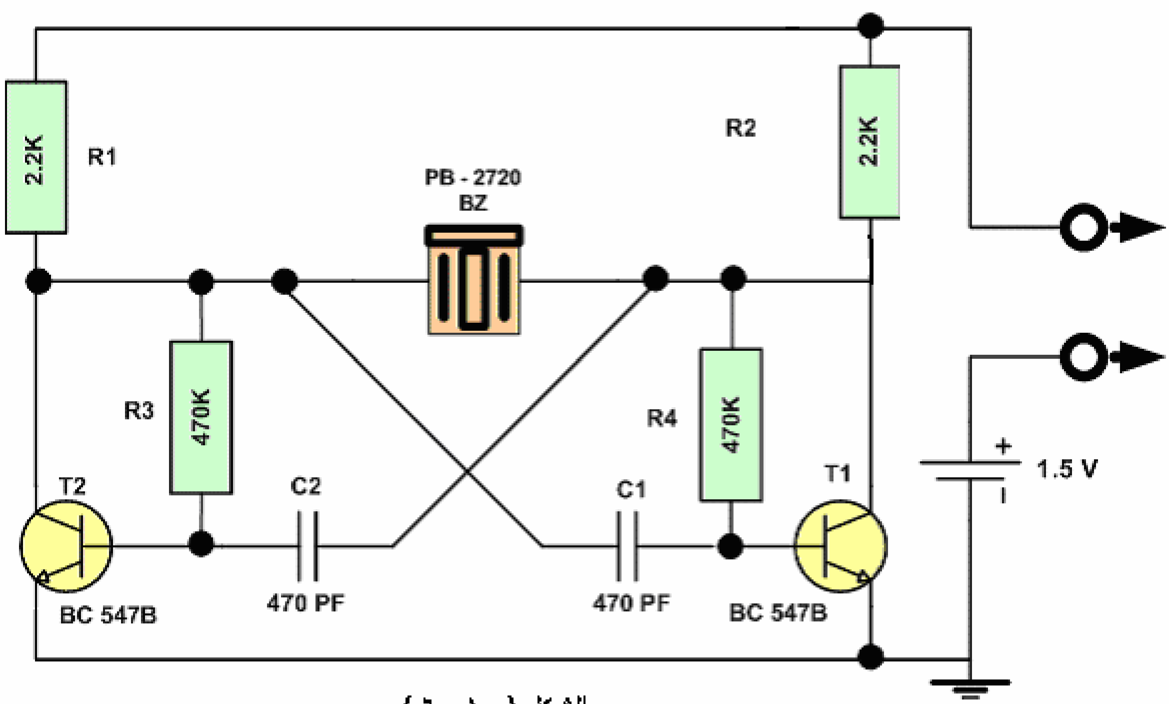
المقدمة:

من الممكن بعد تنفيذ الدائرة المطبوعة أن يكون هناك انقطاع أو قصر للتوصيلات النحاسية.
ومن الضروري للإنسان الفني إجراء الفحص من خلال اختبارات دقيقة للتأكد من صحة التوصيلات النحاسية في اللوحة المطبوعة. وبالطبع، يمكن إنجاز هذا العمل باستخدام جهاز مقياس المقاومات، إلاأن هذا يتطلب علينا إبقاء عين على جهاز القياس والعين الأخرى على النقطة المراد فحصها، لذا فإنه يمكن استخدام جهاز أفضل من هذا باستخدام جهاز ذو مؤشر صوتي يجعل الاختبار أسرع وأسهل من طريقة القياس بالمقاومات .
ومن خلال دائرة فاحص الاستمرارية المبينة بالشكل (١٠-٦) والتي تقوم باعطاء نغمة عندما يكون هناك اتصال ومن الملاحظ أن مخطط الدائرة المبين بالشكل (١٠- ٦) بسيطة جداً إذ تتألف من مهتز من عديم الاستقرار بترانزستورين. حيث إنه عندما تكون نقطتي الاختبار موصلتين، فإن الترانزستورين يقومان بالتوصيل بشكل متناوب ممايؤدي إلى ظهور موجة مربعة على طرفي عنصر الطنين (BZ)، بتردد يساوي بضعه KHz . وتدل النغمة الصادرة عن هذا العنصر إلى وجود اتصال . وتعمل هذة الدائرة بمصدر جهد تغذية مقداره 1.5V وهي لاتسحب أكثر من 1mA . وبعد توصيل جهاز فاحص الاستمرارية يمكن عمل اختباراله.

الأجهزة والعناصر المستخدمة :

- مصدر قدرة مستمر DC V .
- مكثفات (C1 = C2 = 470 PF) .
- مقاومات نصف وات (2.2kΩ x 2 – 47kΩ x 2) .
- جرس نغمة (PB – 2720 = BZ) .
- ترانزستورين (Tr1 = Tr2 = BC547B) .

الدائرة العملية :

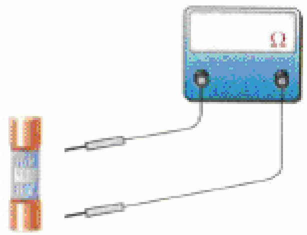


الشكل (١٠ - ٦)

كيفية قياس الفيوز :

يمكن قياس الفيوز للكشف عنه هل هو سليم أم لا حيث نضع أطراف القياس على طرفي الفيوز فإذا أعطى جرس أو مقاومة صفر يعني أنه سليم اما اذا لم يعطِ جرس أومقاومة مالا نهاية فيعني أنه غير سليم والشكل (١٠- ٧) يبين ذلك .

ولفحص الفيوز نستخدم جهاز فاحص الاستمرارية أو الأوم ميتر حيث تعني المقاومة ما لانهاية أن الفيوز غير سليم أي تالف ، أما إذا اعطى مقاومة صفر فيعني انة سليم أي غير تالف .

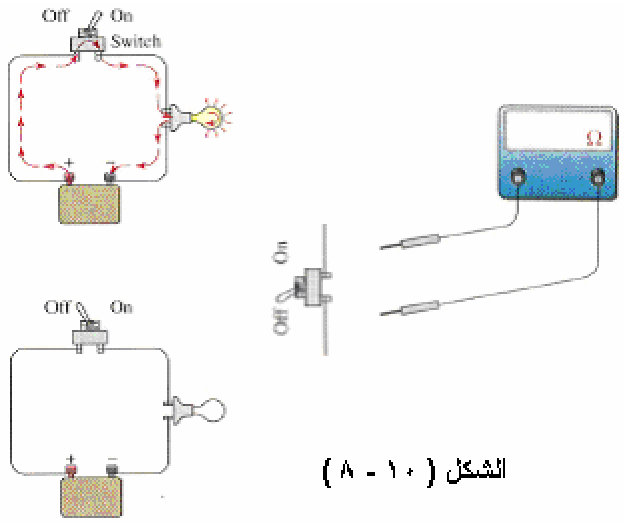


الشكل (١٠ - ٧)

الكشف عن استمرارية الفيوز باستخدام الأوم ميتر

ومثل ماحدث مع الفيوز يحدث مع الكيبلات والأسلاك والملفات فالموصل الجيد له استمرارية والموصل التالف (مفتوح) ليس له استمرارية وبما أن الموصلات تستعمل كثيراً يجب التأكد من استمراريتها قبل استعمالها .

لاختبار مفتاح كهربائي نستعمل نفس الطريقة بحيث أن الاستمرارية تكون في اتجاه واحد وليس في الاتجاهين والشكل(١٠- ٨) يبين ذللك .



الشكل (١٠ - ٨)

(التجربة السادسة عشرة)

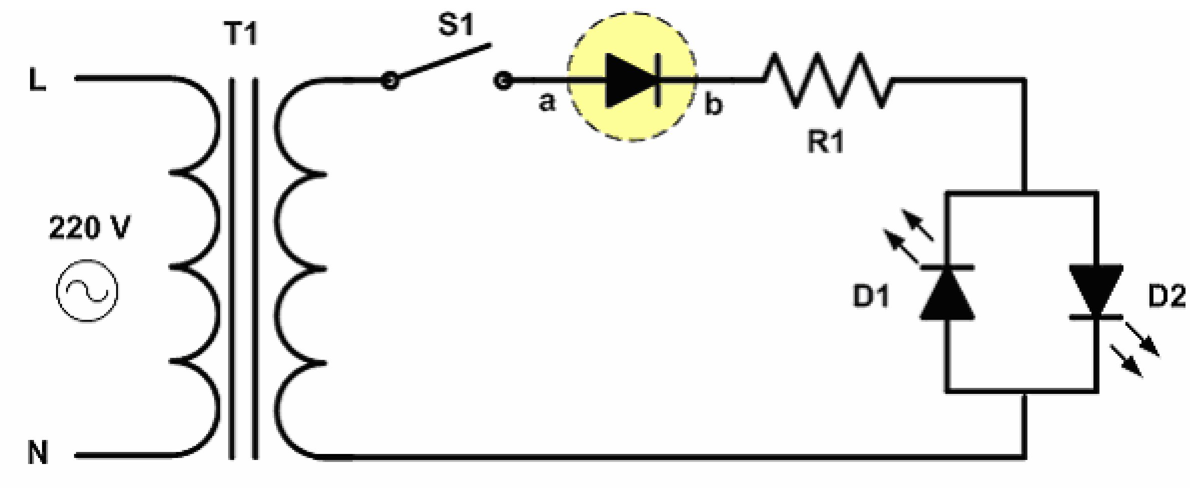
ثانياً : دائرة فاحص الموحدات

المقدمة : يتكون الموحد من وصلة ثنائية (P-N) مصنوعة من اشباه الموصلات ويعتبر الموحد في الوضع الطبيعي كمفتاح وبمجرد تعرضه لانحياز أمامي Forward bias أي عندما يكون جهد المصعد A اعلى من جهد المهبط K بمقدار 0.7 V في حالة الموحد السلكوني، و جهد 0.3 V في حالة الجرمانيوم، ومنها يقال أن الموحد في حالة وصل on . أما عند تعرض الموحد لانحياز عكسي Reverse أي عندما يكون جهد المهبط K أعلى من جهد المصعد A ، ويعمل الموحد كمفتاح مفتوح ويقال أن الموحد في حالة قطع off ، والشكل (١٠- ٩) يبين الدائرة .

الأجهزة والعناصر المستخدمة :

- محول له نسبة تحويل من (T = 220V to 4V - 500 mA) .
- موحد سليكوني المراد اختباره على أي نوع على سبيل المثال (IN4001) .
- مقاومة كربونية نصف واط (47Ω) .
- مفتاح قطب واحد (S1) .
- ترانزستورين (Tr1 = Tr2 = BC547B) .
- موجدين باعثين للضوء لأحمر ، ولأخضر (D1 – D2) .

دائرة اختبار الموحدات **Diodes** عملياً



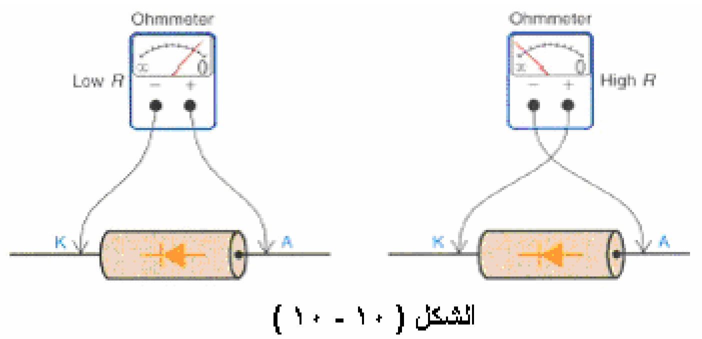
الشكل (١٠ - ٩)

ويمكن فحص الموحد بواسطة جهاز القياس الأوميتر كمايلي:

٢) ضع مدرج القياس على وضع المقاومة .

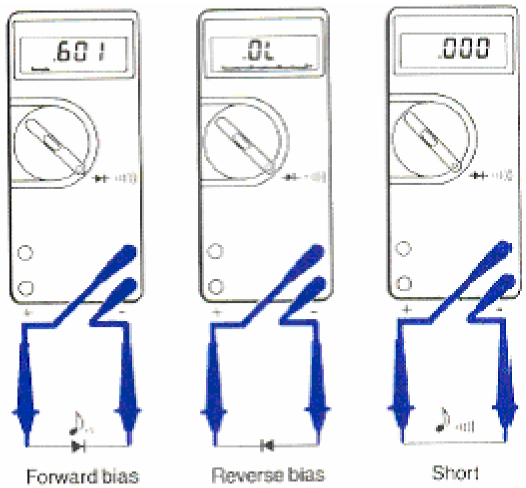
٣) ضع طرفي القياس على الموحد الموجب على الأنود A والسالب على الكاثود K وسوف يعطي قراءة مقاومة صغيرة .

٤) اعكس طرفي القياس بحيث يكون الانود A للطرف السالب والكاثود K للطرف الموجب وسوف يعطي قراءة مقاومة كبيرة OL وإذا أعطى مقاومة كبيرة في الاتجاهين يعني أن الموحد تالف، والشكل (١٠ -١٠) يوضح ذلك .



الشكل (١٠ - ١٠)

ويمكن فحص الموحد بواسطة الجهاز الرقمي بحيث يتم وضع مدرج القياس على قياس الموحد ، في حالة الانحياز الأمامي يعطي قراءة (0.3V) للجرمانيوم و (0.6V) للسلكون وفي حالة الانحياز العكسي يعطي قراءة (OL) وإذا أعطى أصفاراً يكون غير سليم كما هو مبين بالشكل(١١- ١) .


.601
.OL
.000
Forward bias
الاتجاه الامامي
Reverse bias
الاتجاه العكسي
Short
القصر

الشكل (١١ - ١)

(التجربة السابعة عشرة)

ثالثاً: دائرة فاحص الترانزستور

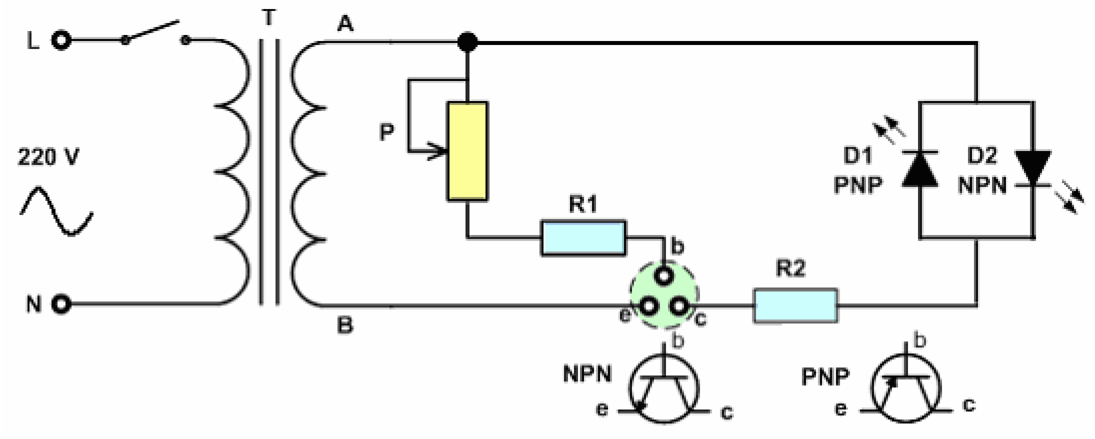
المقدمة: الترانزستور عبارة عن عنصر إلكتروني من أشباه الموصلات له وصلتان وثلاثة أطراف وهي القاعدة (Base) ، والباعث (Emitter) ، والمجمع (Collector) ، حيث باستطاعته تكبير الجهد والتيار والقدرة وهويتكون من دابودين يوصلان أمامي أو عكسي حيث إن التوصيل الأمامي يكون نوعة (PNP) ، والتوصيل العكسي (NPN) .

ويبين الشكل (١١-٢) دائرة جهاز فحص صلاحية الترانزستورات،(PNP) (NPN) وتحديد نوعها .

الأجهزة والعناصر المستخدمة :

- ✓ لوحة توصيل للتمرين.
- ✓ محول له نسبة تحويل 220 V / 4V - 250 mA .
- ✓ مقاومات نصف وات (R1=150Ω – R2= 470Ω) مقاومة متغيرة واحد وات P = 250 KΩ.
- ✓ موحد باعث للضوء (150 mA) D1 ، D2 .
- ✓ مفتاح قطب واحد S1.

الدائرة العملية:



الشكل (١١ - ٢)

نظرية عمل الدائرة : يوصل الترانزستور المراد فحصه مع النقاط c و b و e حيث يوصل الباعث مع النقطة e ، والقاعدة مع b ، أما المجمع فيوصل مع النقطة c . ثم تضبط المقاومة المتغيرة p عند أعلى نقطة لها ، ثم يغلق المفتاح s ، وتقلل قيمة المقاومة p تدريجياً حتى يضيء أحد الموحدين D1 أو D2 .

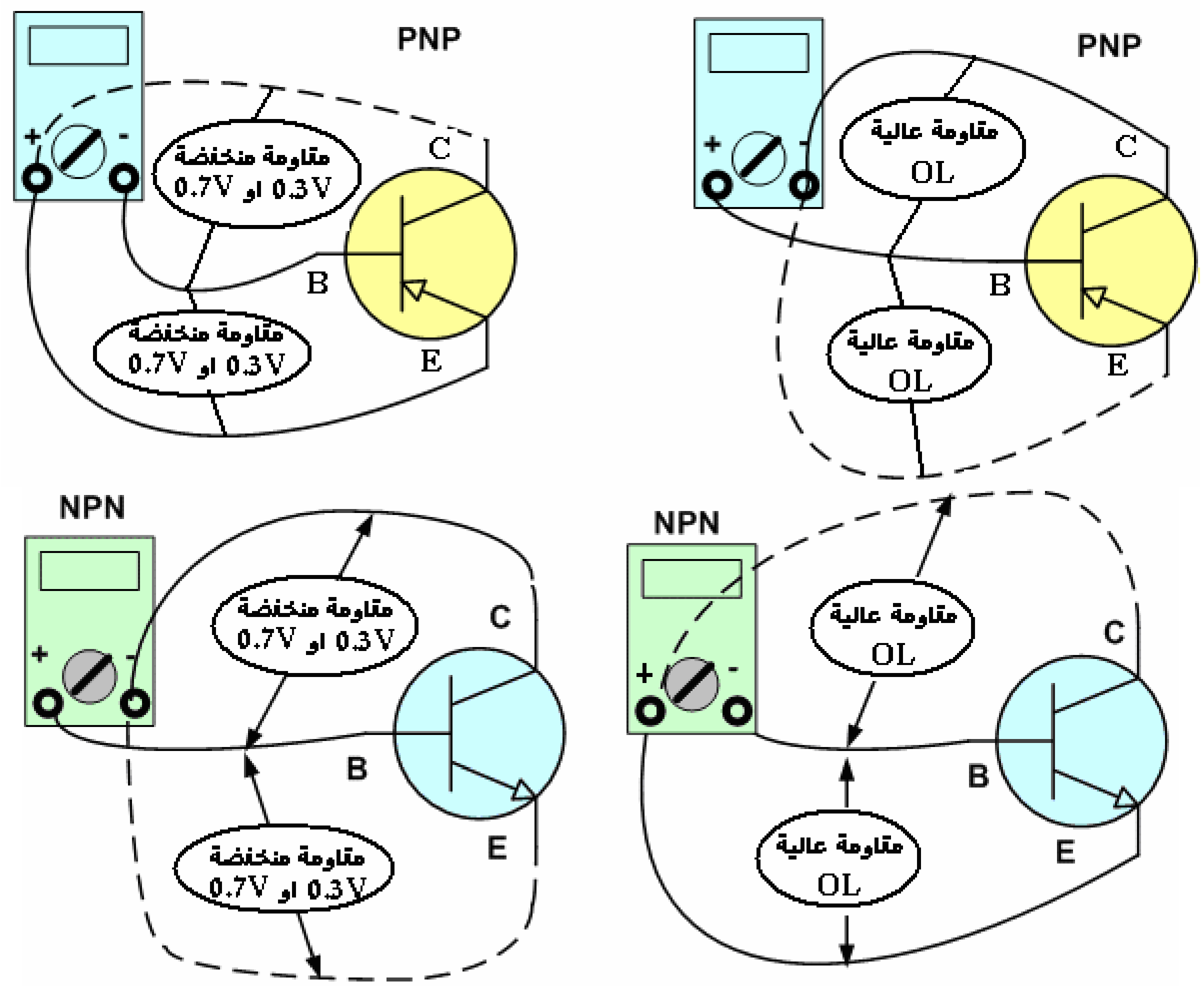
أ - **في حالة فحص ترانزستور من نوع (PNP)** : يضيء الموحد المشع (D1) حيث تكون قاعدة الترانزستور (b) سالبة بالنسبة للباعث e في نصف الموجة السالبة شكل (١١ – ٢) فيتحول

الترانزستور إلى حالة الوصل on ويمر التيار الكهربي من الباعث e إلى المجمع c فيضيء الموحد D1 .

ب - في حالة فحص ترانزستور من نوع **NPN** : يضيء D2 حيث تكون قاعدة الترانزستور b موجبة بالنسبة للباعث e في نصف الموجة الموجبة شكل (١١- ٢) فيتحول الترانزستور إلى حالة الوصل on ، ويمر التيار الكهربي من المجمع c إلى الباعث e ؛ فيضيء الموحد D2 .

ج - إذا أضاء كل من D1 و D2 معاً ، فهذا يعنى أن الترانزستور الذي تحت الفحص به دائرة قصر وذلك في الحالتين .

د - إذا لم يضيء أي من D1 و D2 فهذا يعنى أن الترانزستور الذي تحت الفحص به فتح Open وذلك في الحالتين ، ويمكن فحص الترانزستور بواسطة جهاز القياس على وضعية الأوميتر أوالموحد كما هو مبين بالشكل (١١ - ٣) .



الشكل (١١ - ٣)

مثال : قم بفحص الترانزستورين Q1 و Q2 قياسياً بواسطة جهاز القياس للاوميتر والموحد؟

نوصل الطرف الموجب للقاعدة B نوع الترانزستور NPN		نوصل الطرف السالب للقاعدة B نوع الترانزستور PNP		الترانزستور Transistor	
نوصل الطرف السالب للباعث E	نوصل الطرف السالب للمجمع C	نوصل الطرف الموجب للباعث E	نوصل الطرف الموجب للمجمع C		
Ω	Ω	Ω	Ω	Q1	وضعية الجهاز على المقاومة
		Ω	Ω	Q2	
				Q1	وضعية الجهاز على الموحد
				Q2	

(التجربة الثامنة عشرة)

رابعاً : دائرة فاحص المنطق (المسبار المنطقي)

المقدمة:

المسبار المنطقي هو جهاز يحمل باليد يستخدم لتحديد المستوى المنطقي لأي نقطة بالدائرة الإلكترونية الرقمية (عالي ، منخفض ، نبضات) ويعتبر المسبار المنطقي جهاز لفحص الدوائر المنطقية حيث يمكن البحث عن الأعطال فيها بشكل منظم من خلال استعمال هذا المسبار المنطقي (Logic Probe).

إن هذا الجهاز الرخيص الثمن والفائق الأهمية يجهز بثنائيين من الدايودات الضاوية ، التي تشير إلى الحالة المنطقية عند رأس المسبار ، فعندما يوصل رأس المسبار الفاحص إلى نقطة المنطق المنخفض أو نقطة الصفر تضيء لمبة مستوى المنخفض كما أنها تضيء أيضاً عندما يتصل الرأس بنقطة الأرضي في الدائرة أما إذا اتصل الرأس بنقطة المنطق العالي أو نقطة مستوى (١) فإن لمبة المستوى العالي تضيء وإن اتصل الرأس بنقطة ليست ذات مستوى عالي ولا مستوى منخفض لاتضيء أي لمبة وهذا يدل على أن الدائرة مفتوحة (أي حالة غير محددة بين المستوى العالي والمستوى المنخفض) حسب نوع الدائرة المنطقية.

و أهم نوعان وأكثرهما استعمالاً في الدوائر المنطقية الرقمية هما :

النوع الأول (TTL) والنوع الثاني (COM`S) وتساعد كتيبات البينات بالدوائر المتكاملة في تحديد نوع الدائرة التكاملية التي تستعملها حسب رقمها إذ يختلف المستوى العالي والمستوى المنخفض بين هذه الدوائر فمثلاً دوائر (TTL) تعتبر أي جهدين 0.8 و صفر فولت أو أقل (مستوى منخفض) أومستوى (0 فولت) ، وأي جهد بين 2.5 فولت مستوى عالي أو مستوى (1) منطقي .

بالنسبة لدائرة (COM`S) فإن المستويات السابقة تعتمد على قيمة جهد التغذية فمثلاً يعتبر المستوى الذي يزيد عن قيمة 70% من جهد التغذية هو مستوى عالي أي مستوى (1) بينما يعتبر المستوى الذي يقل عن 30% مستوى منخفض أي (0V) .

وعادةً تأخذ المسابير المنطقية طاقتها من الدائرة الخاضعة للاختبار ، وهي توصل دائماً بواسطة سلك مزدوج قصير مزود بمشابك تمساحية معزولة كماهو موضح بالشكل (١١ - ٤) .



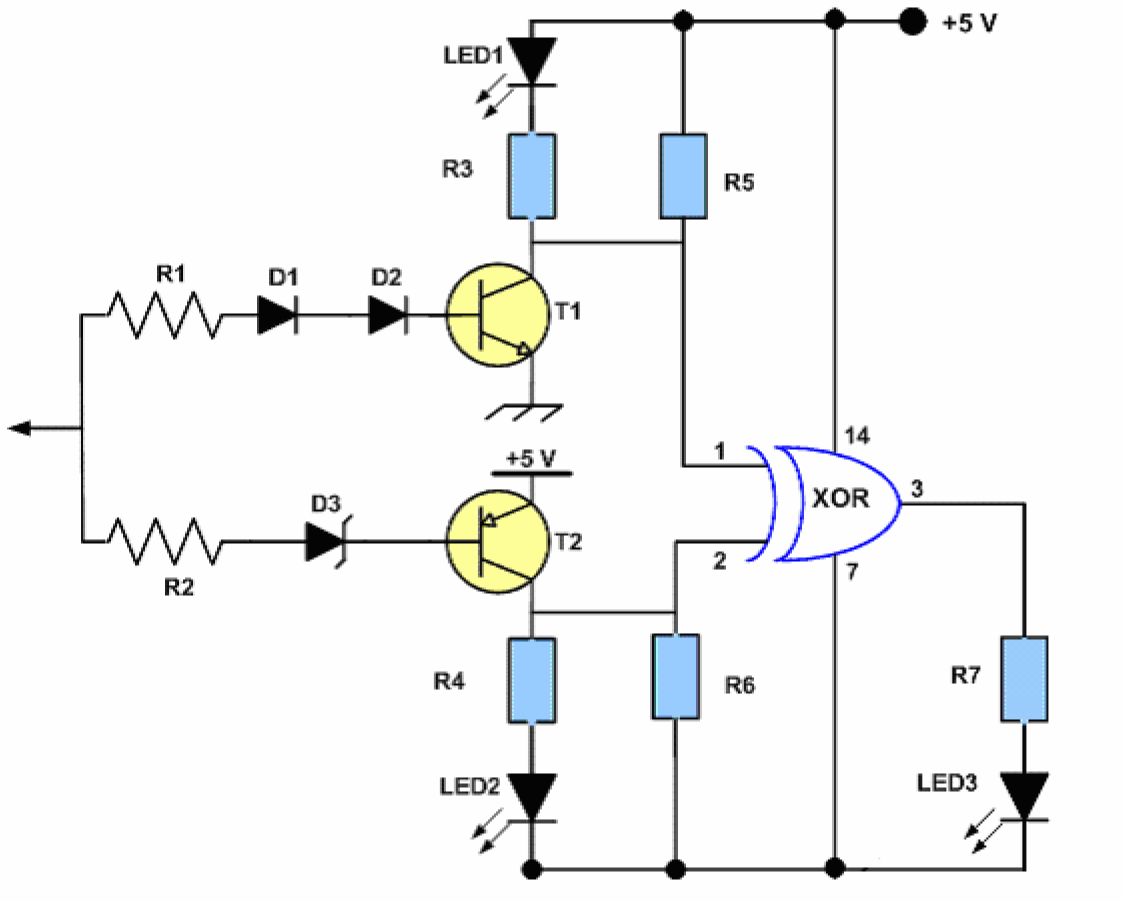
الشكل (١١ - ٤)

ويمكن عمل دائرة مبسطة للمسبار المنطقي من خلال الشكل (١١- ٥) والذي يعرض دائرة المجس المنطقي للدوائر المتكاملة عائلة TTL والتي بواسطتها يمكن تحديد المستوى المنطقي العالى (H) ، والمستوى المنطقي المنخفض (L) وحالة المستوى المنطقي غير المحدد .

الأجهزة والعناصر المستخدمة :

- ✓ لوحة توصيل للتمرين.
- ✓ مصدر جهد مستمر DC V (±5 V) .
- ✓ مقاومات نصف وات (R3 = R4 = 330Ω - R1 = R2 = R5 =10kΩ – R7 =82KΩ R6 =1KΩ) .
- ✓ موحد سليكوني طراز IN 4148 D1 ، D2 .
- ✓ موحد زينر 400 mw / 3.3 V D3 .
- ✓ موحد باعث للضوء 10 mA أحمر ، أخضر، أصفر LED1 - LED2 - LED3 .
- ✓ ترانزستور نوع NPN طراز BC 107 - T1 وترانزستور نوع PNP طراز BC 157 - T2 .
- ✓ دائرة متكاملة تحتوي على اربع بوابات XOR طراز 7486 - IC1 .

الدائرة العملية للمسبار المنطقي :



الشكل (١١ - ٥)

نظرية عمل الدائرة :

تعتبر الحالة المنطقية العالية (H) للدوائر المتكاملة TTL عند جهد أكبر من 2V في حين أن الحالة المنطقية المنخفضة عند جهد أقل من 0.8 V . أما الجهد المحصور ما بين 1 : 2 V فيعتبر حالة منطقية غير محددة فعند توصيل المجس مع نقطة لها حالة منطقية عالية يصبح T1 في حالة تشبع ويضيء الموحد الباعث LED1 .

وعند توصيل المجس بنقطة حالتها المنطقية غير محددة ، فإن كل من T2 ، T1 يكونان في حالة قطع ويكون خرج بوابة XOR عالية ويضيء LED3 ، كما أن الموحد الباعث للضوء LED3 يعطي إضاءة أيضاً عند ترك طرف المجس بدون توصيل . وإذا وصل طرف المجس بنقطة حالتها المنطقية منخفضة يصبح T2 في حالة تشبع ويضيء الموحد الباعث للضوء LED2 .

يعبأ هذا النموذج من قبل المتدرب

دوائـر الفحص

الجدارة : دوائر الفحص لصيانة الأجهزة الإلكترونية والكهربائية وكيفية تطبيقها داخل المختبر .

اسم المتدرب/ - - - - - - - - - - - -	التاريخ / - - - - - - -
رقم المتدرب / - - - - - - - -	
	المحاولة ١ ٢ ٣ ٤
العلامة / - - - - - - -	
كل بند يقيم بـ ٢٥ نقطة	الحد الأدنى لدرجة المتدرب ٨٠ ٪
درجة المتدرب / - - - - - - -	الحد الأعلى لدرجة المتدرب ١٠٠ ٪

بند التقييم	النقاط
✓تطبيق قواعد تعليمات السلامة داخل الورشة.	
✓عمل دائرة فاحص الاستمرارية داخل المختبر.	
✓عمل دائرة فاحص الموحدات داخل المختبر .	
✓عمل دائرة الترانزيستور داخل المختبر.	
✓عمل تطبيقات على كيفية فحص العناصر باستخدام الأجهزة الرقمية والتناظرية .	
✓عمل بعض الفحوصات على الموحد / الترنزستور / الفيوز .	

المملكة العربية السعودية

المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

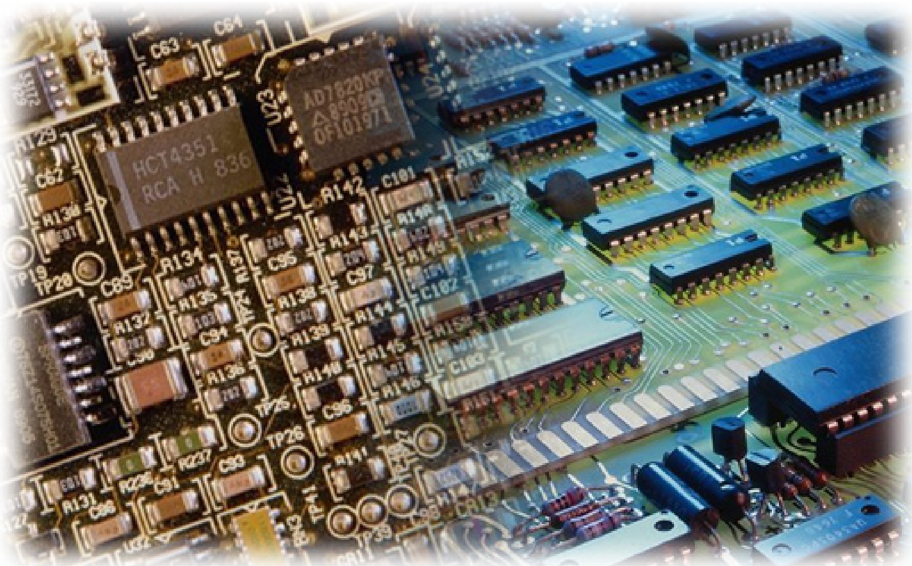
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

دوائر وأجهزة الكترونية

القياسات الكهربائية

القياسات الكهربائية

٧



القياسات الكهربائية

Electrical Instrumentation

عند ما يكتمل هذا الباب يكون الطالب لدية القدره على معرفة مايلي :

- ✓ معرفة أنظمة ووحدات ورموز القياس .
- ✓ معرفة ضبط أجهزة القياس .
- ✓ معرفة مقياس الخطأ في أجهزة القياس (دقة القياس) .

القياسات الكهربائية

Electrical Instrumentation

المقدمة : Introduction

أصبحت القياسات الكهربائية، على جانب كبير من الأهمية، نتيجة للتقدم العظيم في مختلف المجالات. فاستخدام الكهرباء على نطاق واسع في مجالات الصناعة يحتاج إلى وسائل قياس كهربائية متطورة باستمرار، وتفيد القياسات الكهربائية الدقيقة، في تحديد الكميات الكهربائية اللازمة لأي غرض. ونتيجة للتقدم السريع في مجالات القياسات الكهربائية والإلكترونية، أصبح من الممكن قياس كميات غير كهربائية، بواسطة أجهزة قياس كهربائية . وسوف نتناول في هذا الباب كلاً من المواضيع التالية :

١) أنظمة ووحدات ورموز القياس .
٢) ضبط أجهزة القياس .
٣) مقياس الخطأ في الأجهزة .

أولاً : الأنظمة ووحدات ورموز القياس :

من المعروف أن قياس أي كمية، يعتمد أساساً على مقارنة هذه الكمية بكمية أخرى من نفس النوع، وتكون مساوية لها في المقدار. ويعبر عن مقدار هذا القياس برقم نسبي بالنسبة إلى وحدة قياس معلومة ، ويفضل حالياً استخدام الوحدات الأساسية العملية الحديثة، بالنظام الدولى المتري في العلوم ، والصناعة ، والمجالات التقنية الأخرى. وتتكون الوحدات الأساسية من ست وحدات .

- المتر لقياس الأطوال.
- الكيلو جرام لقياس الكتلة.
- الثانية لقياس الزمن .
- الأمبير لقياس شدة التيار الكهربائي .
- الكلفن لقياس درج الحرارة .
- القنديلة (شمعة) لقياس شدة الاضاءة .

والجدول التالي يوضح رموزالوحدات الاساسية للنظام الدولي المتري

م	الكمية	رمزها	اسم الوحدة	رمزالوحدة
	الوحدات الأساسية			
١	Length الطول	l	(meter) متر	m
٢	Mass الكتلة	k	(kilogram) كيلو جرام	kg
٣	Time الزمن	t	(second) ثانية	s
٤	Temperature درجة الحرارة	T	درجة كلفن (degree kelvin)	K°
٥	Luminous شدة الاستضاءة intenity		(candela) شمعة	Cd
٦	Electric current التيار الكهربائي	i	(Ampere) أمبير	A
	الوحدات المستنتجة			
٧	القوة الدافعة الكهربائية Electromotive force	V	(Volt) فولت	V
٨	Quantity of charge كمية الشحنة	Q	(Coulomb) كولوم	C
٩	المقاومة الكهربائية Electrical resistance	R	(Ohm) اوم	Ω
١٠	Capacitance السعة	C	(Farad) فاراد	F
١١	Inductance مامل الحث الذاتي	L	(Henry) هنري	H

مضاعفات وجزئيات المضاعفات :

للتعبير عن كميات أكبر بكثير أو أصغر من الوحدة الواحدة لوحدة القياس الأساسية أو المشتقة ، تتم الاستعانة بالقوى الأسية الضاربة للوحدة الواحدة لأساس العشرة. ويبين الجدول (١) السياق الكامل للمسبقات الضاربة المعتمدة في نظام وحدات (SI) وهو نظام الوحدات العالمي.

الجدول رقم (١)

السابقة المترية Metric Prefix	قوى العشرة Power of 10
Mega (M)	10^{6}
Kilo (k)	10^{3}
Milli (m)	10^{-3}
Micro (µ)	10^{-6}
Nano (n)	10^{-9}
Pico (p)	10^{-12}

مثال١ : حول الأرقام التالية بدلالة قوى العشرة الموجبة (٣٠٠٠) ، (٦٥٠٠) .

الحل :

$$3000 = 3 \times 1000$$

$$= 3 \times 10^{3}$$

$$= 3\ k$$

$$6500 = 65 \times 100$$

$$= 65 \times 10^{2}$$

مثال٢ حول مايلي إلى الوحدات المبينة ازاء كل واحدة .

١. (2) أمبير إلى ملي أمبير .
٢. (1327) ملي أمبير إلى امبير .
٣. (8.2) كيلو أوم إلى أوم .
٤. (680) كيلو أوم إلى ميغا أوم .

الحل :

(200 ملي أمبير ، 1.327 أمبير ، 8200 أ وم، 0.68 أوم).

ثانياً : ضبط ومعايرة أجهزة القياس :

إن قياس أي كمية كهربية، يتم أساساً بمقارنتها بكمية أخرى من نفس النوع ، تختار كوحدة، وتكون نتيجة القياس هي نسبة الكمية المقاسة إلى الوحدة المختارة. وتعتبر هذه الوحدة،ومضاعفتها ، وأجزاؤها العشرية ، معياراً قياسياً. ويطلق على الوسائل المستخدمة في معايرة أجهزة القياس الدقيقة، ومقارنتها بالمعايير القياسية ، اسم المراجع، وأجهزة القياس العيارية. ومن أمثلتها ، الخلية العيارية ، والمقاومات العيارية ، والجلفانومترات ، والبوتنشيومترات ، .....الخ.

وتنقسم المراجع وأجهزة القياس العيارية ، إلى مراجع رئيسية ، وأخرى ثانوية ، وتستخدم المراجع الرئيسية في إعادة إنتاج وحدات القياس، ومعايرة أجهزة القياس العيارية الثانوية ، ويحتفظ بها عادة في المعاهد القومية للمعايرات، اذ يحتاج تشغيلها إلى ظروف قياسية خاصة .

أما المراجع الثانوية ،فتستخدم في القياسات والمعايرات الفعلية ، التي لايحتاج إجراؤها إلى نفس الظروف القياسية الصعبة اللازم توافرها عند إجراء المعايرة ، باستخدام المراجع الرئيسية الدقيقة .

وتنقسم المراجع وأجهزة القياس العيارية الثانوية ، من حيث ظروف تشغيلها ، الى:

أ - **المراجع وأجهزة القياس المعملية:** وهي المراجع العيارية ، وأجهزة القياس البالغة الحساسية ، التي تستخدم داخل المعامل، لمعايرة أجهزة القياس الدقيقة. ويرجع ضرورة استخدامها داخل المعامل، إلى أن تشغيلها يجب أن يتم تحت ظروف قياسية معينة ،يمكن التحكم فيها من حيث درجة الحرارة ، والرطوبة ، وطريقة تركيبها ، وضبط استوائيتها. كما أن حساسيتها الزائدة ، ودقتها الفائقة ، تحتم تشغيلها داخل المعامل ، بعيداً المجالات المغنطيسية والكهربائية الشاردة التي قد تؤثر على دقتها.

ب - **المراجع وأجهزة القياس الثانوية:** وهي مراجع عيارية ثانوية ، وأجهزة قياس حساسة. تستخدم في معايرة أجهزة القياس الدقيقة في أي مكان ، وتحت أي ظروف للتشغيل. لذلك فإن دقتها تعتبر أقل من دقة الأجهزة المعملية. ومن الممكن تصحيح قراءتها عندما تتغير ظروف التشغيل ، باستخدام معادلات التصحيح المختلفة. وتصنع بعض هذه الأجهزة على هيئة أجهزة نقالي ،تصلح للاستخدام في أي مكان.

وعلى سبيل المثال يمكن معايرة وضبط جهاز القياس للمقاومة الكهربائية من خلال ضبط مستوى الصفر ميكانيكياً ، بتحريك البرغي فيتم ضبط مستوى الصفر .

وكذلك عندمانريد القياس يجب أن يتم ضبط الجهاز قبل القياس كمايلي :

- هل النقطة المراد قياسها جهد أم تيار أم مقاومة.
- هل الجهد أوالتيار المراد قياسه مستمر أومتردد.
- ماهي القيمة العظمى للنقطة المراد قياسها.
- ما مدى الدقة المطلوبة في القياس .
- ماهو الوضع الصحيح للجهاز .

لذا يجب أن يتم ضبطها قبل البدء في عملية القياس لضمان سلامتك وسلامة الجهاز . والجدول التالي يبين كيفية وضع الاجهزة ذات المؤشرعند الاستخدام .

الرمز	الوضع
⊥	رأسي
⊓	أفقي
∠60	مائل 60

ثالثاً: مقياس الخطاء في الأجهزة :

مصادر الأخطاء في عملية القياسات Error Sources in Measurements

لما كانت عملية القياس هي عملية تقييم كمي للكمية المقاسة مقارنة بنظام وحدات معينة عن طريق جهاز قياس، فإن عملية التقييم هذه تعتمد بشكل أو بآخر على عوامل منها :

أ - عوامل تتعلق بجهاز القياس (**Instrumental Error**) مثل :

١) نوع الجهاز : (كهربائي - تناظري - رقمي).
٢) دقة الجهاز : (مدى قدرة الجهاز على القراءة الدقيقة وقربها من القراءة الواقعية)
٣) حالة الجهاز : (سليم - متهالك).
٤) عمر الجهاز : (قديم - جديد).

ب - عوامل تتعلق بالشخص المستخدم للجهاز (**Gross Error**) مثل :

١) دقة نظر الشخص .
٢) اعتناء الشخص بعملية القياس.
٣) اختيار الشخص للمدى المناسب للقياس ومراعاة ذلك.

ج - عوامل خارجية (**Environmental Error**) .

١) العوامل الجوية المختلفة من : درجة الحرارة والضغط الجوي ونسبة الرطوبة وخلافه .
٢) ظروف التشغيل المختلفة مثل: قرب جهاز القياس من الكمية المراد قياسها وعدم تأثر

الإشارة الكهربائية المقاسة بأطراف التوصيل أوطول أسلاك التوصيل أو وقوع الجهاز في حيز مجال مغنا طيسي أو مجال كهربي وخلافة .

ولهذا فمن المتوقع أن تكون القيمة المقاسة متغيرة من جهاز لآخر ومن شخص لآخر وتبعاً لظروف القياس من عوامل خارجية، ولهذا فإن من الصعب الحصول على القيمة الحقيقية للقياس ولكن في هذه الحالة يستخدم تعبير القيمة المتوقعة للقياس.

(Expected Value) بدلاً من تعبير القيمة الحقيقية. ولأن القيمة المقاسة غالباً ما تختلف عن القيمة المتوقعة، فإن هذا الفارق يسمى بالخطأ في القياس (Error) وهذ الخطأ في عملية القياس يتم التعبير عنه بإحدى الطريقتين :

١) إما أن يعبر عنه بصورة مطلقة ويسمى بالخطأ المطلق (Absolute Error) .

٢) أو كنسبة مئوية ويسمى بالنسبة المئوية للخطأ (Percentage Error) .

الخطأ في القياس وكيفية التعبير عنه :

الخطأ (Error) : هو مقدار التنحي أوالابتعاد عن القيمة الحقيقية (True value) للكمية أوالمتغير المقاس وهناك صيغتان للتعبير عن وجود الخطأ وهما الخطأ المطلق (Absolute Error) والخطأ النسبي (Relative Error) .

تعريف الخطأ المطلق للقياس : (Absolute Error) ea :

هو الفارق مابين القيمة المتوقعة للقياس والقيمة المقاسة فعلياً .

ويمكن تمثيل هذه العلاقة رياضياً كمايأتي :

$$e = Yn - Xn$$

حيث :

e : الخطأ المطلق .

Yn : القيمة المتوقعة للقياس .

Xn : القيمة المقاسة فعلياً .

تعريف الخطأ النسبي : (Relative Error) er .

هو النسبة بين الخطأ المطلق للقياس والقيمة المتوقعة للقياس .

ويمكن تمثيل العلاقة رياضياً كمايلي :

$$\text{Relative Error} = \frac{e}{Yn} = \left|\frac{Yn - Xn}{Yn}\right|$$

تعريف النسبة المئوية للخطأ Percentage Error

هي النسبة بين الخطأ المطلق للقياس والقيمة المتوقعة للقياس كنسبة مئوية .

ويمكن تمثيل هذه العلاقة رياضياً كمايلي :

$$\text{Relative Error} = \frac{e}{Yn} \times 100 = \left|\frac{Yn - Xn}{Yn}\right| \times 100$$

ويمكن أيضاً تعريف دقة القياس كمايلي:

تعريف دقة القياس Accurracy : هي مدى تطابق القيمة المقاسة بالقيمة المتوقعة .

تعريف الدقة النسبية للقياس Relative Accuracy .

الدقة النسبية للقياس (A) : هي النسبة بين القيمة المقاسة والقيمة المتوقعة للقياس.

ويمكن تمثيل الدقة النسبية للقياس (A) رياضياً كما يلي :

$$A = \frac{Xn}{Yn} = 1 - \left|\frac{Yn - Xn}{Yn}\right| = 1 - \text{RelativeError}$$

حيث : (A) الدقة النسبية للقياس .

تعريف النسبة المئوية لدقة القياس Percentage Accuracy .

النسبة المئوية لدقة القياس (a) هي النسبة بين القيمة المقاسة والقيمة المتوقعة للقياس كنسبة مئوية .

$$a = \frac{Xn}{Yn} = 100\% - \left|\frac{Yn - Xn}{Yn}\right| \times 100\%$$

حيث : (a) النسبة المئوية لدقة القياس .

مثال :

إذا كانت القيمة المتوقعة للجهد بين أطراف مقاومة هي (50V) ، إلا ان القياسات أظهرت قيمة مقاسة قدرها (49V) احسب مايلي :

١) الخطأ المطلق.

٢) النسبة المئوية للخطأ .

٣) الدقة النسبية .

الحل :

✓ الخطأ المطلق يساوي :

$$e = Yn - Xn = 50 - 49 = 1 \text{ volt}$$

✓ النسبة المئوية للخطأ تساوي:

$$\textbf{Relative Error} = \frac{50V - 49V}{50V} \times 100\% = 2\%$$

✓ الدقة النسبية تساوي :

$$A = 1 - \frac{50V - 49V}{50V} = 1 - \frac{1}{50} = 0.98$$

واليك الجدول التالي حيث يوضح التصنيف والطراز ونسبة التفاوت لبعض اجهزة القياس .

م	الاستخدام	الطراز	نسبة التفاوت (٪)
١	متناهي الدقة	0.2	± 0.2
٢	قياسي	0.5	± 0.5
٣	دون القياسي	1	± 1
٤	عادي	1.5	± 1.5
٥	دون العادي	2.5	± 2.5

تمارين :

س١ إذا مر تيار كهربائي في مقاومة كهربائية مقداره 1.5 A ، وعند قياسه أظهر جهاز القياس قيمة تعادل 1.46A . احسب قيمة الخطأ المطلق، والنسبة المئوية للخطأ في القياس ؟

س ٢ من خلال الجدول الموضح بالشكل أوجد النسبة المئوية للمقاومات ثم أوجد قيمة المقاومة بالزيادة والنقصان ؟

م	قيمة المقاومة	نسبة التفات (٪)	القيمة بالزيادة	القيمة بالنقصان
١	1KΩ	5%		
٢	100Ω	10%		
٣	100KΩ	0.2%		
٤	56KΩ	5%		
٥	4Ω	20%		

يعبأ هذا النموذج من قبل المتدرب

القياسات الكهربائية

الجدارة : القياسات الكهربائية وتطبيقاتة داخل المختبر .

اسم المتدرب/ - - - - - - - - - - - - - - - التاريخ / - - - - - -

رقم المتدرب / - - - - - - -

المحاولة ١ ٢ ٣ ٤

العلامة / - - - - - -

كل بند يقيم بـ ٢٥ نقطة الحد الأدنى لدرجة المتدرب ٨٠ ٪

درجة المتدرب / - - - - - - الحد الأعلى لدرجة المتدرب ١٠٠ ٪

بند التقييم	النقاط
✓تطبيق قواعد تعليمات السلامة داخل الورشة.	
✓معرفة أنظمة ووحدات ورموز القياس .	
✓كيفية ضبط أجهزة القياس قبل الاستخدام وبعدة .	
✓معرفة مقياس الخطأ في أجهزة القياس .	
✓ معرفة كيفية وضع أجهزة القياس الثماثلية لدقة القياس.	
✓عمل بعض الأمثلة لايجاد نسبة الخطأ نظرياً من القوانين .	

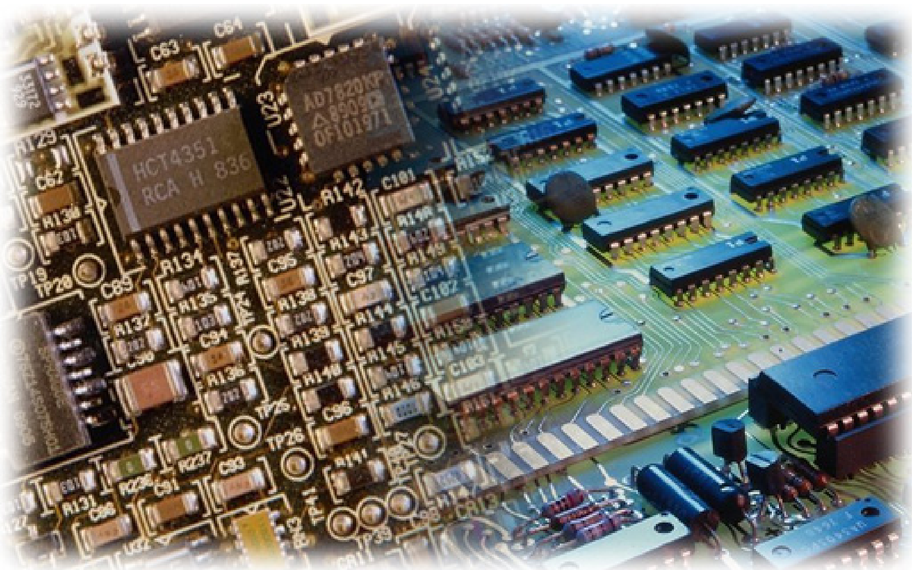
المملكــة العربيــة الســعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

دوائر وأجهزة الكترونية

أجهزة القياس التماثلي والرقمي

أجهزة القياس التماثلي والرقمي

٨



أجهزة القياس
(Measuring Instruments)

عند ما يكتمل هذا الباب يكون الطالب لديه القدرة على معرفة مايلي :

- ✓ معرفة نظرية العمل للأجهزة التماثلية والرقمية ومميزاتها.
- ✓ معرفة طريقة استخدام أجهزة القياس التماثلية والرقمية لكل من الجهد والتيار والمقاومة.
- ✓ معرفة المكونات الداخلية للجهاز التماثلي والرقمي من خلال المخطط الصندوقي المبسط.
- ✓ معرفة مكونات شاشة العرض (Seven Segment - Display) .
- ✓ معرفة نظرية عمل الراسم الكهربائي.
- ✓ معرفة أجزاء الراسم الكهربائي وكيفية ضبطه .
- ✓ معرفة كيفية قياس الزمن الدوري و قيمة الجهد Vrms و Vm عملياً . وحساب التردد من الراسم الكهربائي.

أجهزة القياس
(Measuring Instruments)

المقدمة:

عندما يريد الفني المتخصص في مجال الكهرباء أو الإلكترونيات بناء الدوائر الاكترونية أو اكتشاف أعطالها ،من خلال اختبار وصيانة هذه الأعطال فإنه لابد أنه سيحتاج إلى استخدام أجهزة قياس معينة لعمل هذه الفحوصات ولتحديد القيم المطلوبة في نقاط معينة من الدائرة ، مثل ما يحتاج الطبيب إلى أجهزة لفحص المرضى كجهاز فحص الضغط وجهاز قياس الحرارة وغيرها من الأجهزة الطبية.

ومن أهم القياسات والقيم التي يجب أن نركز عليها عند فحص الدوائر الكهربائية أو الإلكترونية هي قياس كلٍ من شدة التيار الكهربائي وفرق الجهد الكهربائي وكذلك قيمة المقاومة الكهربائية. ولعمل هذة القياسات فقد تم تصميم جهاز خاص بقياس كل نوع من هذه القيم وهي كما يلي :

- جهاز الأميتر (**Ammeter**) : ويستخدم لقياس شدة التيار الكهربائي .
- جهاز الفولتميتر (**Voltmeter**) : و يستخدم لقياس فرق الجهد الكهربائي .
- جهاز الاوميتر (**Ohmmeter**) : و يستخدم لقياس قيمة المقاومة .

ولقد تم بعد ذلك تجميع هذه الأجهزة في جهاز واحد وهو الأكثر تداولاً ويطلق عليه اسم الجهاز المتعدد الأغراض أو الملتيميتر (Multimeter) وهوعبارة عن عدة أجهزة قياس مجتمعة في جهاز واحد ، ولذلك فهو يستخدم لقياس كثير من الأشياء السابقة الذكر . ولقد مرت صناعة هذه الأجهزة بعدة مراحل وتطورت وظهر منها أشكال مختلفة بحيث بدأت بالملتيميتر التماثلي (Analog Multimeter) وانتهت بالملتيميتر الرقمي Digital Multimeter(DMM)

حيث تطور الأداء بشكل ملحوظ مع تطبيق تقنية أشباه الموصلات وتطور أكثر مع التقنية الرقمية حيث لم يكن هناك منذ فترة زمنية قريبة سوى أجهزة القياس الكهربائية التماثلية ذات القالب المتحرك والمؤشر والتدريج، حيث تدل زاوية انحراف المؤشر على قيمة الكمية الكهربائية المقاسة (تماثلها) ومن هنا جاءت تسمية (تماثلية)، أما النوع الآخر من أجهزة القياس فهي الأجهزة الالكترونية الخالية من الحركة والتدريج والمؤشر وهي أجهزة أستاتيكية وتقنية القياس المستخدمة بها مختلفة عن تلك المستخدمة في أجهزة القياس التماثلية حيث تظهر نتائج القياس على شاشة رقمية عشرية ، ومن هناك جاءة تسميتها بأجهزة القياس الرقمية التي سوف نتناولها بالتفصيل في هذا الفصل .



والشكل (أ) يوضح الملتميتر التماثلي (Analog Multimeter) .

والشكل (ب) يوضح الملتميتر الرقمي (Digital Multimeter(DMM) .

وسوف نقوم في هذا الجزء من هذ الباب بدراسة كل نوع بالتفصيل ولكن يجب أن نعرف أنه لايوجد اختلاف في طريقة توصيل هذين النوعين مع الدائرة الكهربائية أوالدائرة الإلكترونية لكل القياسات وغير أن الاختلاف يكمن في كيفية قراءة هذه القياسات على هذة الأجهزة .

أولاً : أجهزة القياس التماثلية Analog Multimetr

هو جهاز تماثلي صغير مهيأ للحمل ، يقيس التغيرات الطفيفة والمعدلات التي يصعب قياسها بأجهزة القياس الرقمية، ويستعمل هذا الجهاز فنيي التطبيقات الصناعات الكهربائية والإلكترونية، والأجهزة الحديثة من هذا النوع تحمل فيوزات تتحمل قدرة عالية ، وشبكة من الدايودات لحماية الجهاز عند الحركات والصدمات العنيفة . وقد تم صناعته من قديم ولكنه لايزال يستخدم على نطاق ضيق، حيث يعتبر أول جهاز تم تصنيعه في عام ١٩١٠ م ويسمى (Galvanometer).



نظرية العمل :

تستخدم معظم أجهزة القياس التماثلية الظاهرة الفيزيائية المصاحبة لمرورالتيار الكهربي، سواء مغنطيسي، أوحراري، أوكيميائي، الخ.... ، وتحويلها إلى قوة ميكانيكية يمكن قياسها ، وتتم عملية القياس بدلاله انحراف جزء متحرك مثبت به مؤشر يتحرك على مقياس مدرج، ولاتتم القراءة الصحيحة ، إلا إذا كانت هنالك قوة تحكم تضاد القوة المؤدية إلى انحراف الجزء المتحرك. وعند تساوي القوتان، تحدث حالة الاتزان المطلوبة في أي جهاز قياس. وعند ما تكون هناك قوتان يحدث اهتزاز للمؤشر لذلك نستخدم عملية التخميد لضمان عدم التذبذب للمؤشر.

- مميزات الأجهزة التماثلية :

١) بسيطة التركيب .

٢) رخيصة الثمن .

٣) اقتصادية في الاستعمال من الناحية الهندسية والعملية .

مكونات الملتيميتر الثماثلي :

يبين الشكل (١١- ٦) جهاز قياس تماثلي والذي يمكن أن يستخدم لقياس التيار بنوعيه المستمر والمتردد(DC–A)،(AC–A)،وكذلك الجهد بنوعيه المستمر والمتردد (DC-V) (AC-V). وأخيراً قياس المقاومة الكهربائية .



الشكل (١١ - ٦)

ويمكن أن نلاحظ من خلال الشكل (١١- ٦) أن الجهاز يحتوي على المكونات التالية:

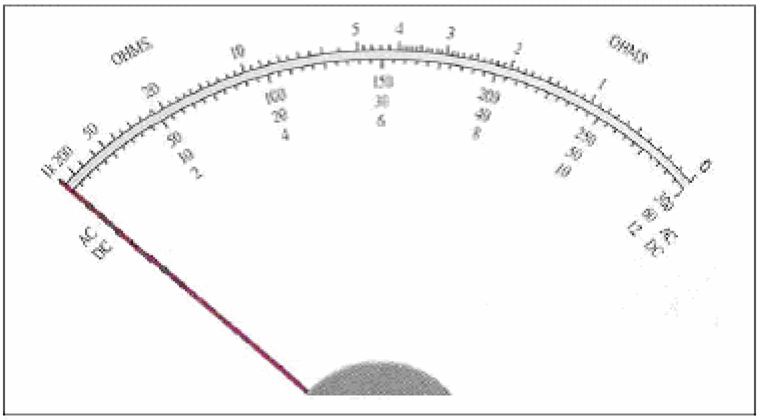
- **مداخل المجسمات للجهاز** : حيث هنا تدخل المجسمات المستخدمة للقياس . وهي مؤشرة بالاشارت + و - أي موجب وسالب. ويجب مراعاة القطبية خاصة في قياس الجهود أوالتيارات المستمرة لأنه في حالة عكس الاطرف أثناء القياس فإن المؤشر سوف يتحرك في الاتجاة الاخر. اذا حدث ذلك يجب عكس الأطراف في الاتجاه الصحيح للمحافظة على سلامة الجهاز من التلف.
- **معيار المقاومة** : يستخدم هذا المفتاح لمعايرة الجهاز أي ضبط موضع الصفر عندما لايكون الجهاز مستخدماً، وذلك لأن في الملتيميتر التماثلي أجزاء متحركة ويحتاج إلى ضبط ومعايرة بعد عدة استخدامات

.

- **مفتاح اختيار عملية القياس** : نلاحظ أن المفتاح يمكن وضعه في أربعة مواضع وهي :

١) وضع مدرج قياس الجهد المستمر (DC. Volt)، ويستخدم في حالة قياس الجهد المستمر.
٢) وضع مدرج قياس الجهد المتردد (AC . Volt)، ويستخدم في حالة قياس الجهد المتردد.
٣) وضع مدرج قياس التيار المستمر (DC . Current) ، ويستخدم في حالة قياس التيارالمستمر
٤) وضع مدرج قياس التيار المتردد (AC . Current) ، ويستخدم في حالة قياس التيار المتردد .
٥) وضع مدرج قياس المقاومة (Ohms)، ويستخدم في حالة قياس قيمة المقاومة .

- شاشة القراءات :



الشكل (١١ - ٧)

نلاحظ من خلال الشكل (١١- ٧) أنه يوجد تدريجان إحداهما علوي ويستخدم لقياس المقاومة والآخر سفلي ويستخدم لقياس التيار والجهد بنوعيهما المستمر والمتردد .

عندما نريد استخدام الجهاز لعمل قياس معين فينبغي لنا اتباع الخطوات التالية :

✓ يجب أن نحدد أولاً نوعية القياس المطلوب وذلك بوضع مفتاح الاختيار على الموضع المناسب لقياس الجهد أو تيار أو المقاومة.

✓ يجب وضع مفتاح الاختيارعلى القيمة المناسبة وللاحتياط يوضع المفتاح على أعلى قيمة وبعد توصيل الجهاز يمكن تحريك المفتاح في اتجاه القيم الأقل إلى أن نصل إلى قيمة مناسبة بحيث لايتعدى المؤشر منطقة التدريج الموجودة على الشاشة .

✓ بعد توصيل الجهاز مع الدائرة الكهربائية سوف يتحرك المؤشر،ثم يثبت عند قيمة بعد ذلك نقرأ القيمة المقاسة على الشاشة. ويجب مراعاة أن يكون النظر إلى الشاشة بطريقة عمودي.

✓ يتم بعد ذلك استخدام العلاقة الرياضية التالية لايجاد القيمة المقاسة في حالة قياس الجهد والتيار فقط .

$$\text{القراءة الحقيقية " القيمة المقاسة " (جهد / تيار)} = \frac{\text{التدريج الكلي للقياس}}{\text{التدريج الكلي للمؤشر}} \times \text{قراءة المؤشر}$$

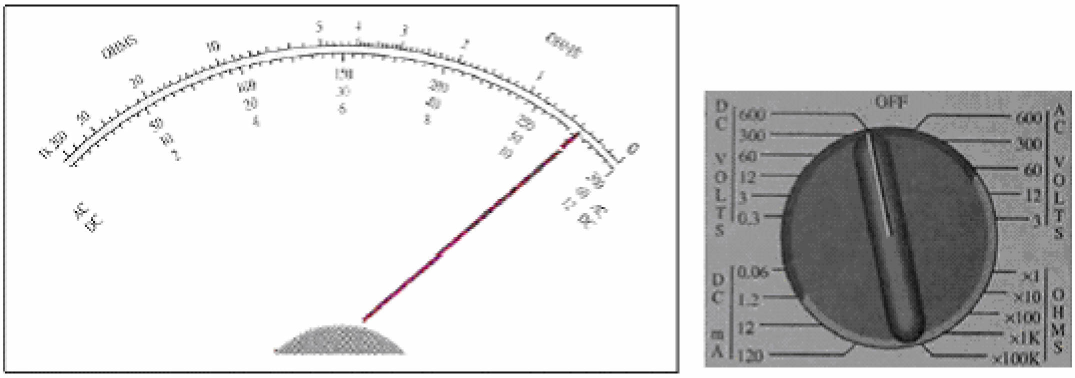
$$\text{القيمة المقاسة} = \frac{\text{وضع مفتاح الاختيار}}{\text{أعلى قيمة على التدريج}} \times \text{قيمة المؤشر}$$

- ✓ عند استخدام الجهاز لقياس قيمة المقاومة يجب اختيار المدى المناسب لقيمة مفتاح الاختبار .
- ✓ معايرة الجهاز والمعايرة هي ضبط انحراف المؤشر على نقطة الصفر ويتم ذلك بقصر طرفي الجهاز (+ ، -) الموجب والسالب،ثم بواسطة ADJ نضبط انحراف المؤشر على نقطة الصفر لتدريج الأوم ويجب معايرة الجهاز عند كل خطوة قياس جديدة، وفي حالة عدم معايرة الجهاز سوف تختلف القيمة الأساسية عن القيمة المقاسة.
- ✓ بعد الانتهاء من المعايرة يتم قياس المقاومة وذلك بعد توصيل طرفي الجهاز على طرفي المقاومة المراد قياسها مع الانتباه إلى عدم تلامس اليدين مع طرفي الجهاز .
- ✓ ومن ثم يمكن تطبيق القانون التالي بعد أخذ قيمة المؤشر وقيمة مفتاح الاختيار .

قيمة المقاومة المقاسة = قيمة المؤشر X قيمة مفتاح الاختيار

مثال :

اوجد القيمة المراد قياسها على الجهاز الموضح في الشكل (١١- ٨) وحدد نوع هذه القيمة



(ب) (أ)

الشكل (١١ - ٨)

الحل :

نستطيع أن نحدد نوع القياس المراد قياسه بالنظر إلى مفتاح الاختيار، حيث إنه موضوع على قياس الجهد المستمر (DC.Volts) .

أما بالنسبة لكيفية تحديد القيمة الحقيقية للجهد، فإننا نطبق القانون من خلال أخذ قيمة مفتاح الاختيار وهو 600V ،وأخذ أعلى قيمة على المدرج وهي الرقم 60 ، وأخذ قيمة المؤشر وهي الرقم 55 ، وبذلك يمكن إيجاد القيمة الحقيقية للجهد أو التيار إذا كانت القيمة المراد قياسها تياراً.

القيمة المقاسة = $\frac{600V}{60} \times 55$

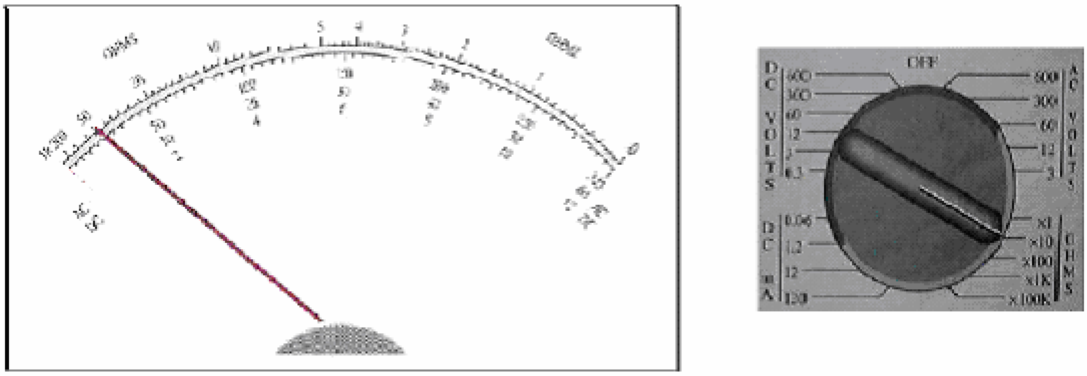
القيمة المقاسة = 550V

لنفترض أننا استخدمنا تدريجاً آخر، على سبيل المثال التدريج المنتهي بالقيمة 300V فإن المؤشر سوف تكون قيمته 275 ، فبالتالي يمكن حساب القيمة الحقيقية للجهد حسابياً من القانون .

القيمة المقاسة = $\frac{600V}{300} \times 275$

القيمة المقاسة = 550V

اوجد القيمة الحقيقية على الجهاز الموضح بالشكل (١١- ٩) . وحدد نوع هذه القيمة ؟



(ب) (أ)

الشكل (١١ - ٩)

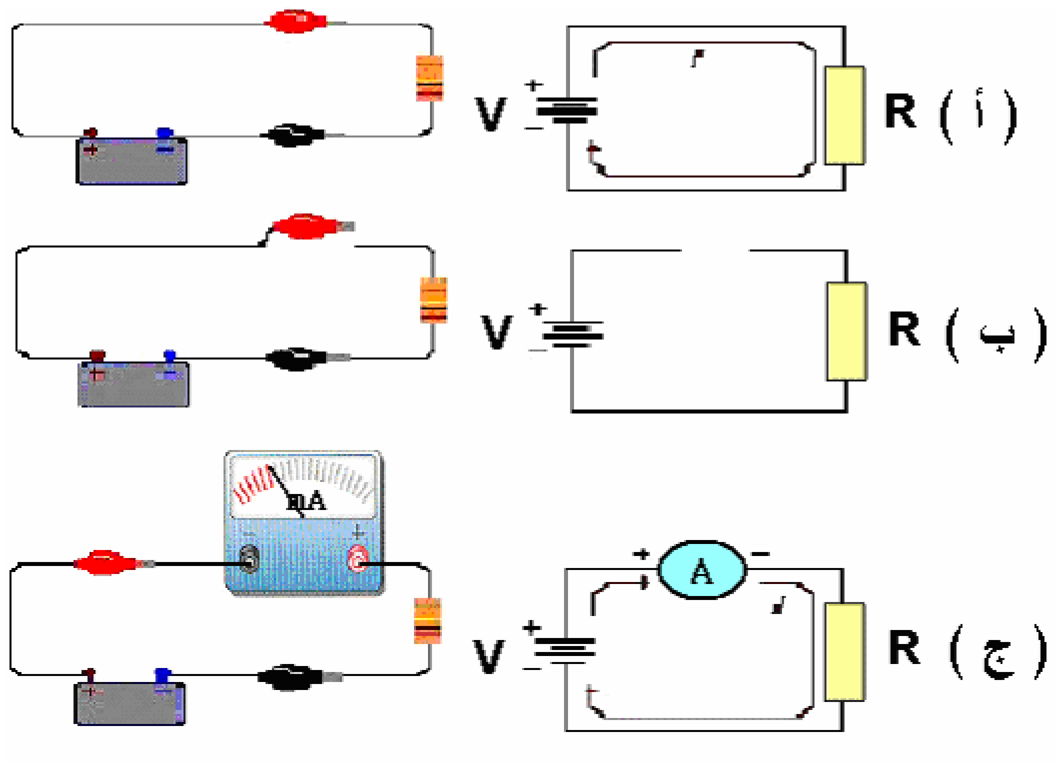
الحل: نوع القياس هو واضح من وضع مفتاح الاختيار على قياس المقاومة، وبالتالي سوف نستخدم التدريج العلوي. وبالنظرالى موقع المؤشر نجده تقريباً على 50 ، وفي هذه الحالة سوف نستخدم العلاقة الرياضية الخاصة بايجاد قيمة المقاومة حسابياً .

قيمة المقاومة المقاسة = $50 \times 10\Omega$

قيمة المقاومة المقاسة = 50Ω

كيفية قياس شدة التيارالكهربائي بواسطة الجهاز التماثلي:

من خلال الشكل التالي يتضح المراد قياسه، حيث يتم الاختيار الموجود على لوحة الجهاز الأمامية على منطقة قياس التيار سواء كان تيار مستمر(DC.A) أوتيار متردد (AC.A)،ويمكن تمييز ها بوجود الرمز (A) أو الرمز (mA)، والتي تعني جزء من أجزاء الأميتر. ويتم بعد ذلك توصيل الجهاز على التوالي مع الدائرة الكهربائية كماهو مبين بالشكل(١١- ١٠) .

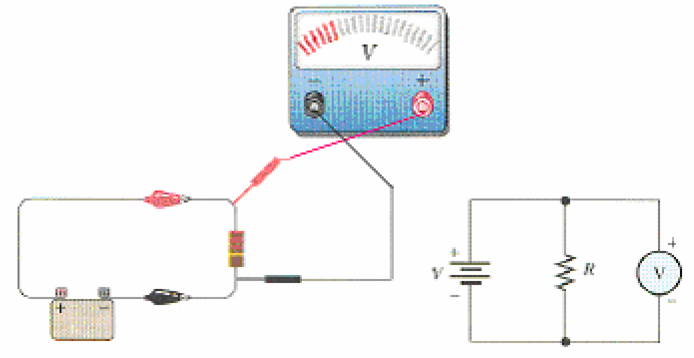


الشكل (١١ - ١٠)

يبين لنا الجزء (أ) دائرة كهربائية بسيطة مكونة من مصدر للجهد المستمر وكذلك مقاومة، والمطلوب: هنا قياس شدة التيار الكهربي المار في الدائرة من خلال المقاومة، ولكي يتم لنا ذلك يجب أولاً أن نفصل الدائرة كما هو واضح في الجزء (ب) ونقوم بعد ذلك بتوصيل جهاز الملتميتر بالطريقة الموضحة في الجزء (ج) بحيث يوصل الطرف الموجب للمصدر مع الطرف الموجب للجهاز، والطرف السالب للجهاز مع طرف المقاومة،أما في حالة قياس التيار المتردد فلا ينظر للقطبية.

كيفية قياس فرق الجهد :

في هذه الحالة سوف نستخدم الملتميتر كجهاز فولتميتر ويتم ذلك بوضع مفتاح الاختيار على منطقة قياس الجهد سواء الجهد المستمر (DC.V) أو الجهد المتردد (AC.V) ، حيث يتم توصيل جهاز القياس مع النقطة المراد قياس فرق الجهد عليها على التوالي.

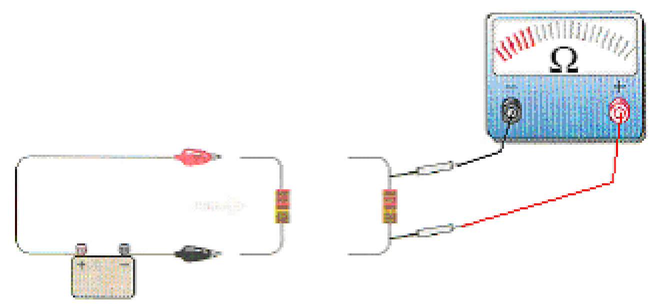


الشكل (١٢ - ١)

ويبين الشكل (١٢- ١) كيفية توصيل جهاز الملتميتر لقياس فرق الجهد على المقاومة(DC.V) ويتم ذلك بتوصيل الطرف الموجب للجهاز على النقطة التي من المفترض أن تكون أعلى جهداً ، والطرف السالب مع النقطة الأقل جهداً ، أما في حالة قياس الجهد المتردد فلا ينظر إلى أطراف الجهاز .

كيفية قياس المقاومة :

في هذه الحالة سوف نستخدم الملتميتر كجهاز أوم ميتر، ويتم ذلك بوضع مفتاح الاختيار على وضعية قياس المقاومة ، ويشار إليها بالرمز (OHMS) Ω ، يتم بعد ذلك توصيل الجهاز على التوازي مع المقاومة المراد قياسها ، أما في حالة إذا كانت المقاومة مربوطة مع الدائرة الإلكترونية ، ولكي نأخذ القراءة الصحيحة فإنه يجب فصل أطراف المقاومة عن الدائرة أو على الأقل طرف واحد ومن ثم أخذ القياس عليها وذلك كما هو مبين بالشكل (١٢- ٢) .



الشكل (١٢ - ٢)

ثانياً : جهاز الملتيميتر الرقمي (Digita; Multimeter):



الشكل (١٢ - ٣)

جهاز القياس الرقمي هو جهاز إلكتروني حديث يحول القيمة المقاسة، إلى نبضات كهربية يمكن مقارنتها بنبضات قياسية مولدة داخل الجهاز في صورة أرقام تدخل إلى عداد إلكتروني فتظهر القراءة على شاشة إلكترونية مبيناً عليها قيمة الكمية المقاسة والشكل (١٢- ٣) يبين جهاز الملتميتر الرقمي ، الشكل (١٢- ٤) يبين بعض أشكالها.



الشكل (١٢ - ٤)

وقد بدأت أجهزة القياس الرقمية في الانتشار بسرعة مع التقدم السريع في تصنيع أشباه الموصلات والهندسة الرقمية، ويعتبر هذا النوع هو الأكثر استخداماً في القياسات الإلكترونية إذا ما قورن مع الملتميتر التماثلي ويعود ذلك إلى عدة أسباب من أهمها أنه يستخدم لقياس أغراض تفوق الأغراض التي يقيسها التماثلي.

مميزات الجهاز الرقمي:

١) يعطي قراءة واضحة ومباشرة ولايحتاج إلى النظر إلى تدريج المؤشر ثم الحساب .
٢) دقة القراءة بها عالية لقلة الخطأ نتيجة عدم وجود الأجزاء المتحركة.
٣) سهولة القراءة لأي شخص غير متخصص ولايحتاج تدريب للاستخدام.
٤) سهولة حمل ووضع الجهاز الرقمي ولايوجد شرط لوضعية الجهاز رأسي أو أفقي .
٥) لايحتاج إلى معايرة قبل القياس.

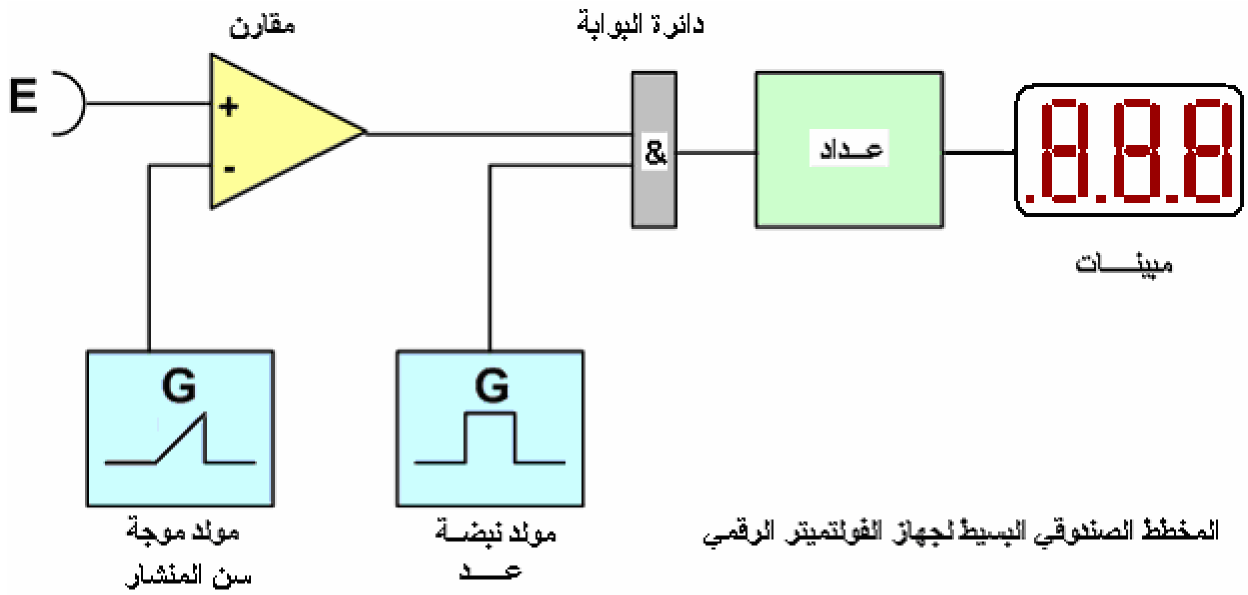
كيفية قراءة الملتيميتر الرقمي :

القراءة على جهاز الملتيميتر الرقمي تعتبر الأسهل وكل ماعلينا هو وضع مفتاح الاختيار على نوع القياس المطلوب (جهد ، تيار ، مقاومة) ويفضل اختيار التدريج الأعلى في كل المواضع قبل التوصيل، وبعد التوصيل يتم تحريك المفتاح نحو المدرج الأقل فالأقل حتى تكون القراءة على شاشة الجهاز مناسبة.

المخطط الصندوقي المبسط لجهاز الفولتميتر الرقمي :

يستخدم جهاز الفولتميتر الرقمي في قياس الجهود المستمرة والمتغيرة واظهار القيمة المراد قياسها رقمياً ، وبعمل بعض التعديل في داخل الجهاز يمكن تطويره لقياس التيار والمقاومة أيضاً . والشكل (١٢- ٥) يبين المخطط الصندوقي لجهاز قياس الفولتميتر الرقمي ويتكون من المراحل الأساسية الاتية :

- **مرحلة الدخل:** وهي عبارة عن مكبر عمليات له مقاومة دخل عالية لضمان نسبة مجزء الجهد لمجزئ الدخل القابل للتغيير لاتتشوه .
- **المقارن** : خرج مرحلة الدخل يكون مكبر بمقدار (10 مرات) يقع عند الدخل غير العاكس للمقارن (+) ، ويتم إدخال جهد سن المنشار إلى الدخل العاكس (-) . خرج مرحلة المقارن عبارة عن نبضات .
- **مولد سن المنشار (المكامل)** : مهمة هذه المرحلة توليد موجة سن المنشار كجهد مرجعي للمقارن.
- **مولد نبضات** : لتوليد نبضات مربعة يكون لها العديد من الوظائف في دوائر جهاز الفولتميتر الرقمي .
- **دائرة البوابة** : للحصول على نبضة في خرج هذة المرحلة تتناسب فترة النبضة على جهد الدخل للجهاز .
- **بدء/ايقاف مولد نبضات العد** : خرج دائرة البوابة يعمل على تشغيل (بدء) مولد نبضات العد أثناء فترة وجود النبضة التي تتناسب مع جهده.

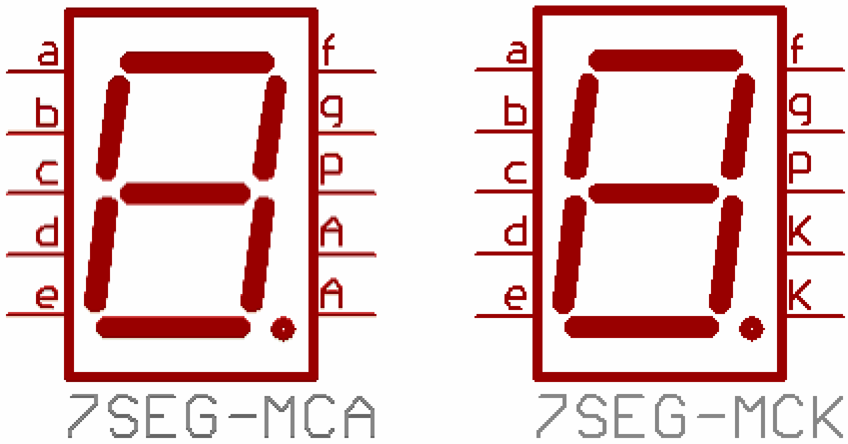


الشكل (١٢ - ٥)

الشاشة الرقمية

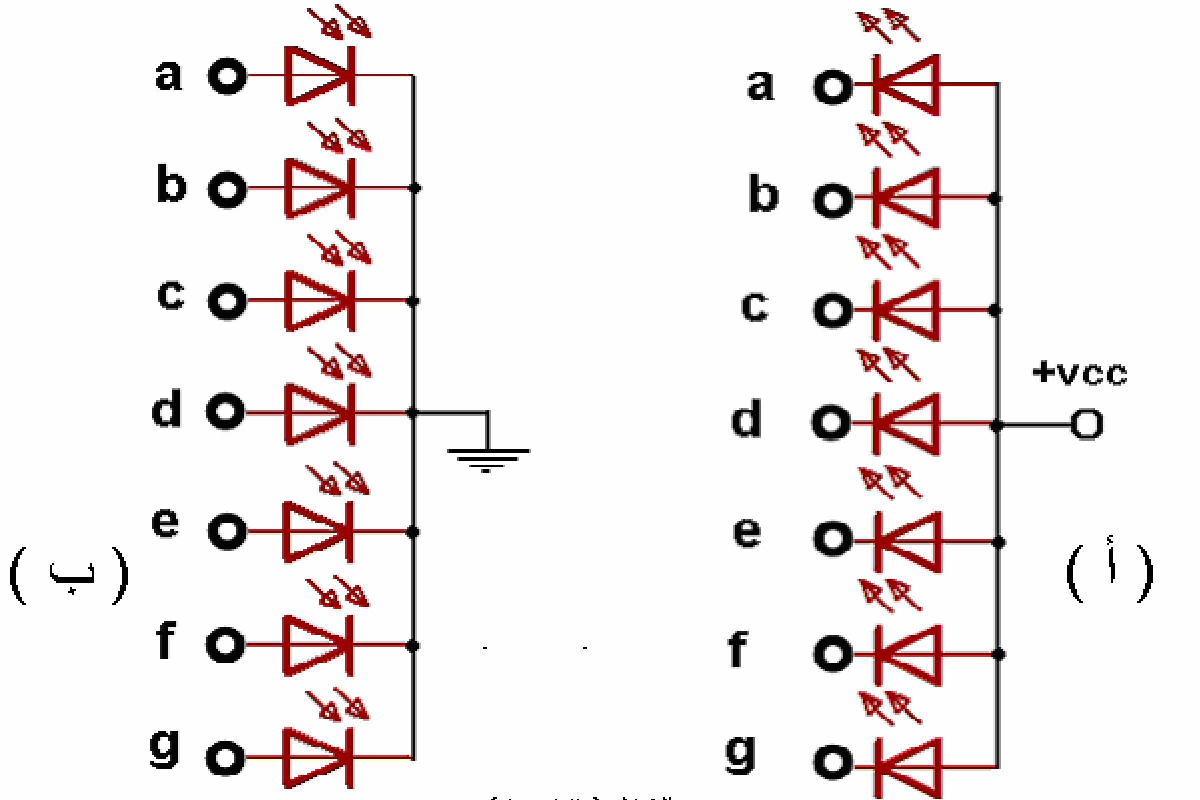
شاشة العرض الرقمية :

يتم عرض المعلومات المقاسة في أجهزة القياس الرقمية عن طريق نبائط خرج تبين قيمة الكمية المقاسة بصيغة الأرقام العشرية. تدعى وسيلة العرض، التي يتحقق من خلالها ذلك، بنبيطة العرض الرقمي (Digital Display device). قد تستلم نبيطة العرض الرقمي المعلومات الرقمية بصيغ متنوعة للتعبير عن قيمة الشيء المقاس .حيث يتم تصنيع شاشة العرض الرقمية من الموحدات الباعثة للضوء على نطاق واسع وتسمى وحدات العرض ذات السبع شرائح (Seven Segment Display) والتي تستخدم مع أجهزة القياس والساعات الرقمية .....الخ ، وتتكون وحدة العرض الرقمية من سبع موحدات باعثة للضوء مبططة ، وهي تتواجد في صورتين، إما بمصعد مشترك، (Common Anode)
أومهبط مشترك (CommonCathode) والشكل (١٢- ٦) يعرض دائرة وحدة عرض رقمية بمصعد مشترك (أ)، ودائرة عرض رقمية بمهبط مشترك (ب)، وشكل (١٢- ٧) توضيحي لوحدة عرض رقمية بمصعد مشترك طراز (FND510)، بحيث توصل مهابط الموحدات السبعة بمقاومات (330Ω) لتحد من التيار عندما يكون جهد الامداد (+5V) .

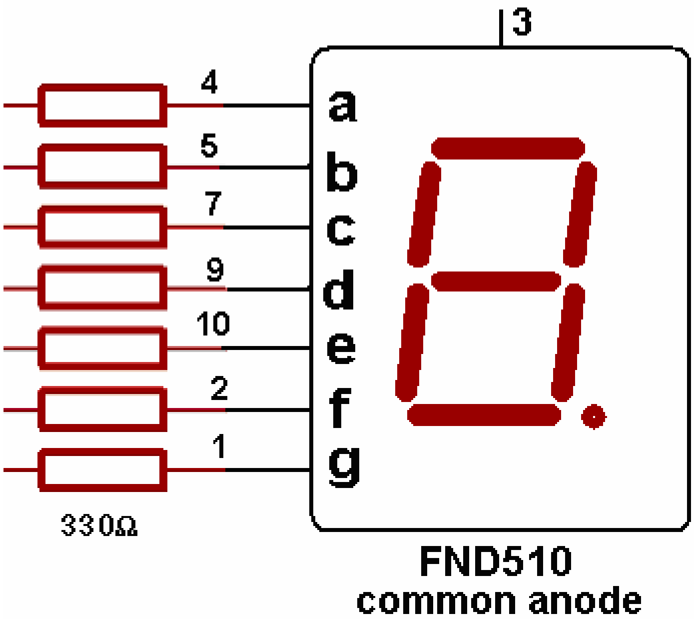


(أ)　　　　(ب)

الشكل (١٢ - ٦)

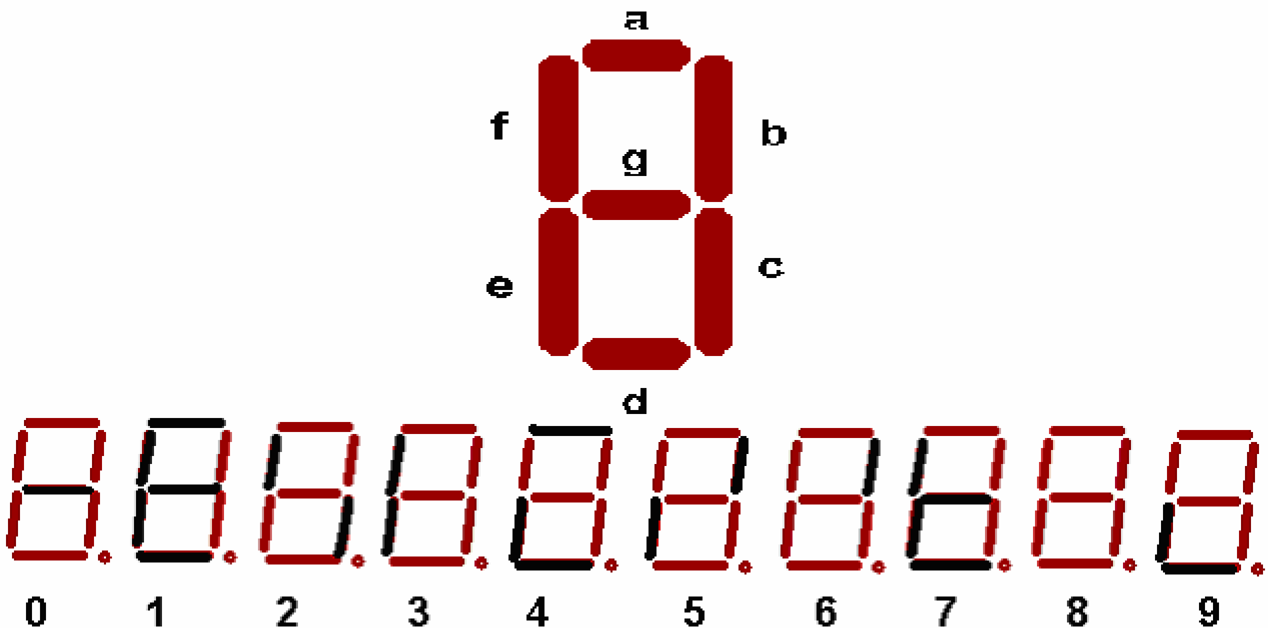


الشكل (١٢ - ٦)



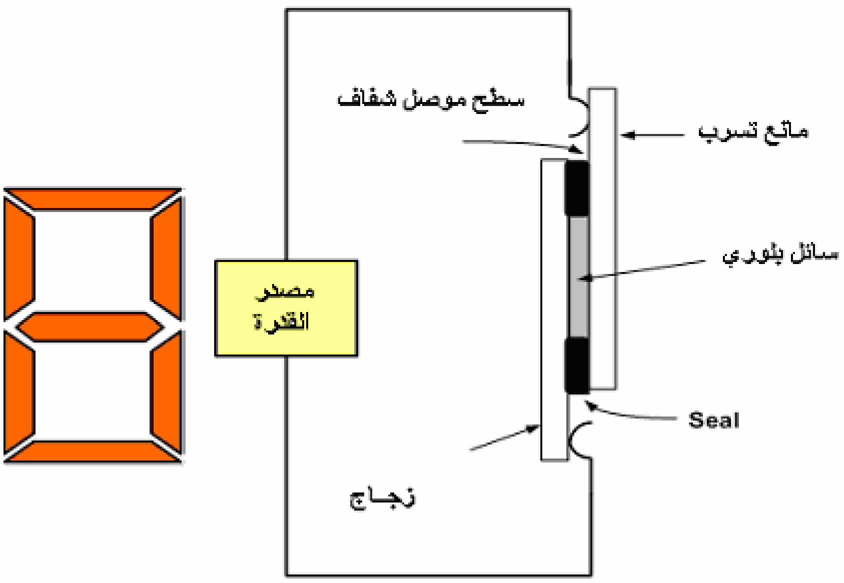
الشكل (١٢ - ٧)

الشكل (١٢- ٨) يبين كيفية الحصول على الأعداد من (0-9) على وحدة عرض .



مبين السائل البلوري : (LCD)

السائل البلوري هو عبارة عن سوائل عضوية والنوع المستخدم في مبين السائل البلوري يعرف بالسائل البلوري الخيطي(nematic) من الكلمة اليونانية (nematos) التي تعني (شبه الخيط) بمعنى أن الجزيئات تتخذ شكلاً مماثلاً للخيط في طبيعتها . يوضح الشكل (١٢- ٩) فكرة عمل مبين السائل البلوري، حيث يحكم السائل سطحين زجاجين مانعين للتسرب حيث يغطي السطح الداخلي لكل منهما بمادة موصلة شفافة يؤدي تسليط فرق جهد في المدى مابين (1.5 V إلى 30 V) معتمد على أسلوب التشغيل ، التي تغير الخواص الضوئية للسائل البلوري .



الشكل (١٢ - ٩)

فوائد العارضة ذات السائل البلوري :

أ - القدرة التبددية واطئة ، فمثلاً تحتاج العارضة ذات سبعة مقاطع تشكيلية حوالى (140) مايكرو/ واط (أي بحدود 20 مايكرو / واط قطعة تشكيلية) يقابل ذلك (40) ملي / واط للثنائي المطلق للضوء .

ب - كلفتها قليلة .

يعبأ هذا النموذج من قبل المتدرب

أجهزة القياس التماثلية والرقمية

الجدارة : أجهزة القياس الثماثلية والرقمية وتطبيقاتة داخل المختبر .

اسم المتدرب/ - - - - - - - - - - - - - -	التاريخ / - - - - - - -
رقم المتدرب / - - - - - - - -	
	المحاولة ١ ٢ ٣ ٤
العلامة / - - - - - - -	
كل بند يقيم بـ ٢٥ نقطة	الحد الأدنى لدرجة المتدرب ٨٠ ٪
درجة المتدرب / - - - - - - -	الحد الأعلى لدرجة المتدرب ١٠٠ ٪

بند التقييم	النقاط
✓تطبيق قواعد تعليمات السلامة داخل الورشة.	
✓نظرية العمل للثماثلي والرقمي .	
✓معرفة كيفية قياس الجهود والتيارات بالتماثلي والرقمي.	
✓معرفة كيفية قياس المقاومة وضبط الصفر للثماثلي.	
✓المخطط الصندوقي للجهاز الرقمي ومعرفة مراحلة .	
✓معرفة تركيب شاشة العرض الرقمية .	

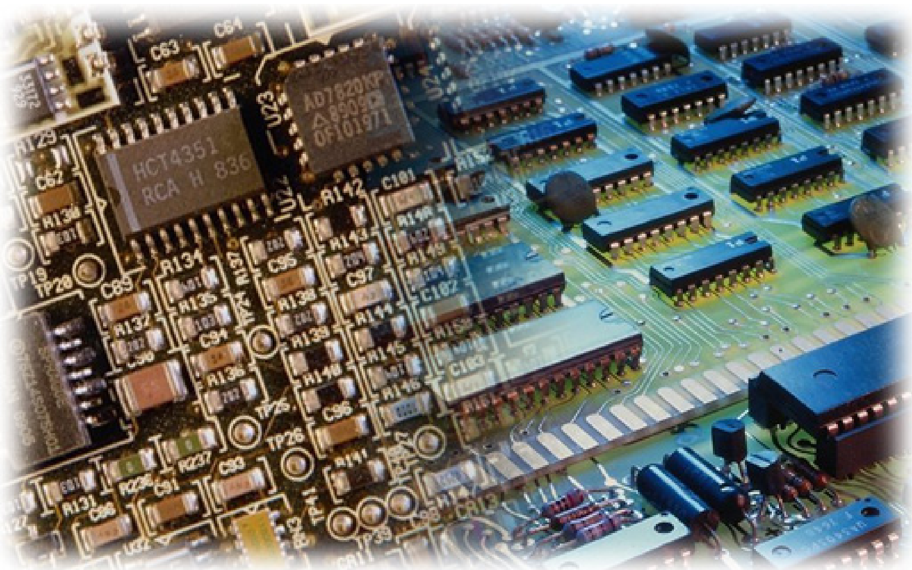
المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

دوائر وأجهزة الكترونية

جهاز الراسم الكهربائي

جهاز الراسم الكهربائي

٩



جهاز راسم الذبذبات
(Osculloscope)

عند ما يكتمل هذا الباب يكون الطالب لديه القدرة على معرفة مايلي :

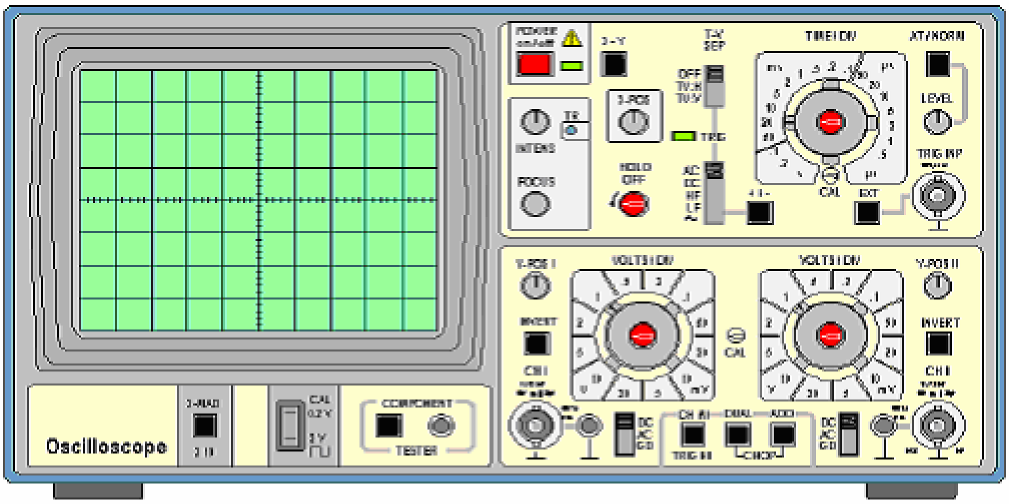
- ✓ معرفة الهدف من الراسم الكهربائي .
- ✓ معرفة عمل الراسم الكهربائي بشكل مبسط .
- ✓ معرفة أجزاء الراسم الكهربائي ووظيفته .
- ✓ معرفة كيفية قياس كلاً من الجهد والزمن للإشارة الواحدة .

الراسم الكهربائي

(Osculloscope)

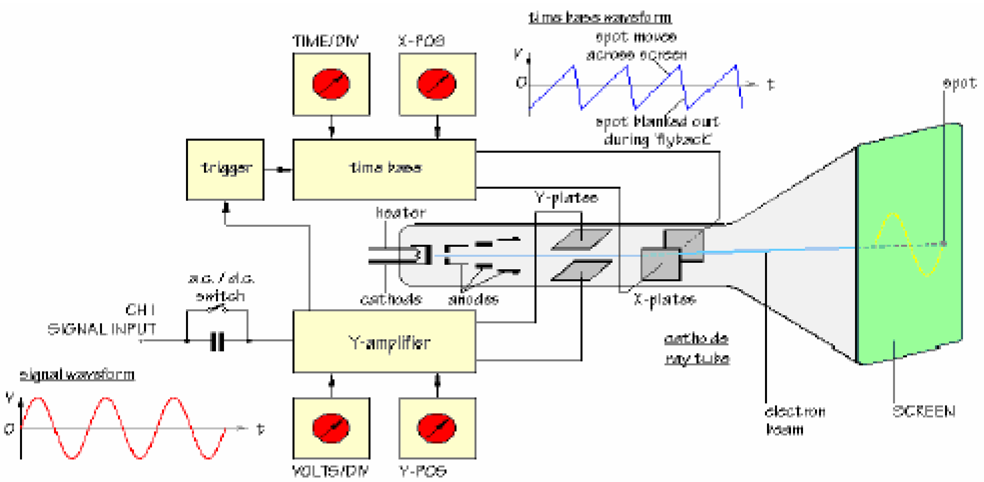
يعتبرجهاز راسم الذبذبات من أهم أجهزة قياس واختبار الدوائر الإلكترونية حيث إنه يمكننا من رؤية الإشارات في نقاط متعددة من الدوائر وبالتالي نستطيع اكتشاف إذا كان أي جزء يعمل بطريقة صحيحة أم لا ، فالأوسيليسكوب يمكننا من رؤية صورة الإشارة ومعرفة شكلها فيما إذا كانت جيبية أو مربعة مثلاً ، وكذلك يمكننا من عمل القراءات المطلوبة .

الشكل (١٢- ١٠) يوضح صورة الواجهة الأمامية أو ما يسمى بلوحة التحكم للأوسيليسكوب وقد تختلف الأشكال من جهاز إلى آخر ولكنها جميعاً تحتوي على أزرة تحكم متشابهة .



الشكل (١٢ - ١٠)

بينما يوضح الشكل (١٣ – ١) الدائرة الداخلية للجهاز والتي تشرح طريقة عمل الجهاز .



الشكل (١٣ - ١) الدائرة الإلكترونية لجهاز راسم الذبذبات .

فكرة العمل :

كماهو موضح بالشكل (١٣- ١) عند توصيل إشارة جهد على ألواح الانحراف الرأسية وموجة سن المنشار على ألواح الانحراف الافقية فيكون مكان تقاطعهما هو مسار النقطة وحيث إ ن أنبوبة (CRT) لها خاصية اللمعان المستمر لمدة طويلة فإن مسار هذه النقطة يضع خطاً لامعاً لو تحركت هذه النقطة بسرعة كافية .

مكونات جهاز الراسم الكهربائي :

- ✓ الشاشة (**SCREEN**)

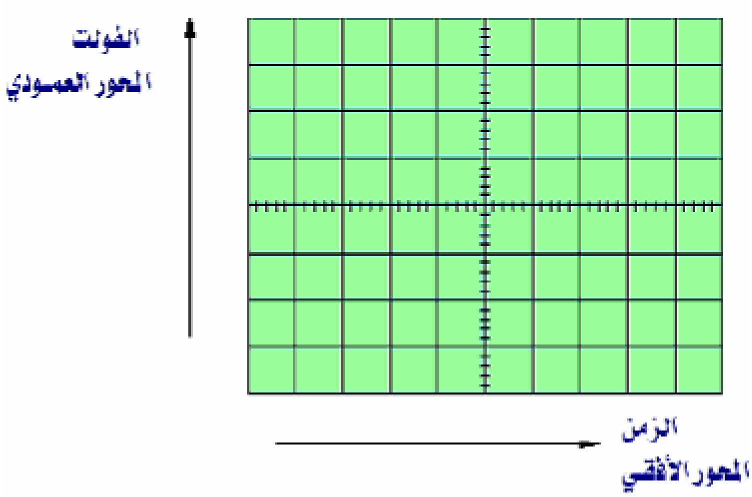
وظيفة الأوسيليسكوب هي عمل رسم بياني للعلاقة بين الجهد والزمن . ولونظرنا إلى الشاشة كما هو موضح بالشكل (١٣- ٢) سنجد أنها مقسمة إلى أقسام Division (Div) وكل واحد من هذه الأقسام يكون بطول (1cm) وهو مقسم أيضاً إلى خمسة أجزاء أي أن كل جزء يساوي (0.2cm) وسنجد أيضاً أن هناك محورين هما :

- ✓ المحور العمودي :

وهو يمثل الجهد ويحتوي على ثمان تقسيمات (8cm) Division (Div)

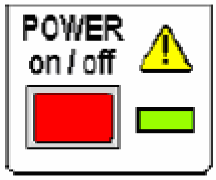
- ✓ المحور الافقي :

ويمثل الزمن ويحتوي على عشرة أقسام (10cm) Division (Div)



الشكل (١٣ - ٢) . شاشة جهاز راسم الذبذبات .

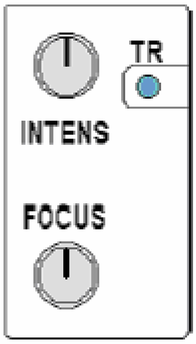
✓ مفتاح التشغيل: وهو الموضح بالشكل (١٣- ٣) وهو مفتاح من النوع الضاغط ، له حالتين إما إطفاء ويكون الزر إلى الخارج ، أو تشغيل ويكون الزر إلى الداخل .



الشكل (١٣ - ٣) . مفتاح التشغيل .

✓ مفتاح الاضاءة (INTENS) ومفتاح الوضوح (التركيز) (FOCUS)

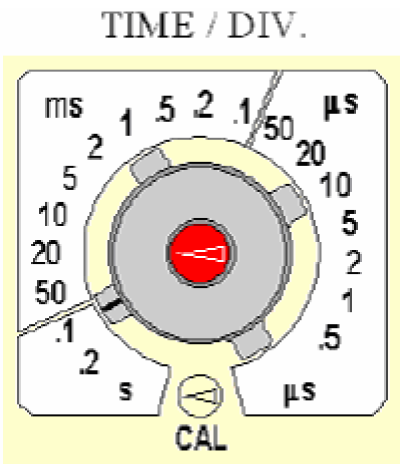
وهي مفاتيح من النوع الذي يتحرك بشكل دائري من اليمين إلى اليسار أوالعكس ، ويتم عن طرق مفتاح الاضاءة (INTENS) التحكم في درجة إضاءة الخط الذي سوف يظهر على الشاشة بينما يتم عن طرق مفتاح الوضوح (FOCUS) التحكم في سماكة الخط الذي سوف يظهر على المحور الافقي للشاشة والشكل (١٣- ٤) يبين ذلك.



الشكل (١٣ - ٤) . مفتاح الإضاءة (Intense ومفتاح الوضوح (Focus)

✓ مفتاح التحكم في الزمن (TIME / DIV) :

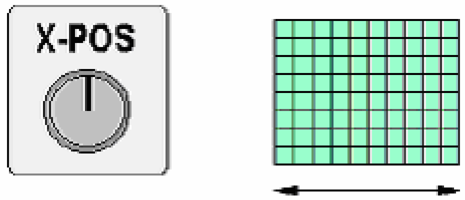
وهو مفتاح التحكم في مقياس الرسم على المحور الأفقي (محور الزمن) كما هو موضح بالشكل (١٣- ٥)



الشكل (١٣ - ٥) . مفتاح التحكم (TIME / DIV)

✓ المحور الافقي (X-POS) :

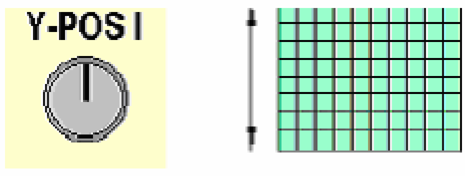
مفتاح من النوع الذي يتحرك بشكل دائري من اليمين إلى اليسار أو العكس ، ووظيفته تحريك الخط أو الإشارة الظاهرة على شاشة المحور الأفقي ، والشكل (١٣- ٦) يبين ذلك.



الشكل (١٣ - ٦) مفتاح X-POS.

✓ المحور الافقي (Y-POS) :

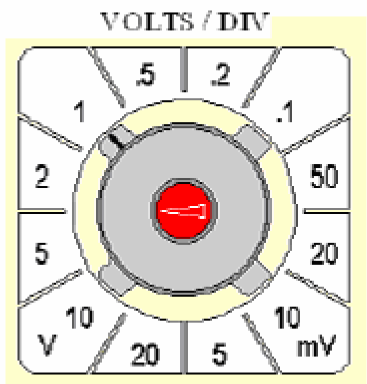
مفتاح من النوع الذي يتحرك بشكل دائري من اليمين إلى اليسار أو العكس ، ووظيفته تحريك الخط أو الإشارة الظاهرة على شاشة المحور العمودي، و الشكل (١٣ – ٧) يبين ذلك.



الشكل (١٣ - ٧) . مفتاح Y-POS.

✓ مفتاح الجهد (VOLTS / DIV):

مفتاح التحكم في مقياس الرسم على المحور العمودي (محور الفولت) كما هوموضح بالشكل (١٣- ٨)



الشكل (١٣ - ٨) . مفتاح التحكم VOLTS / DIV.

✓ مفتاح الأوضاع (DC / AC / GND) :

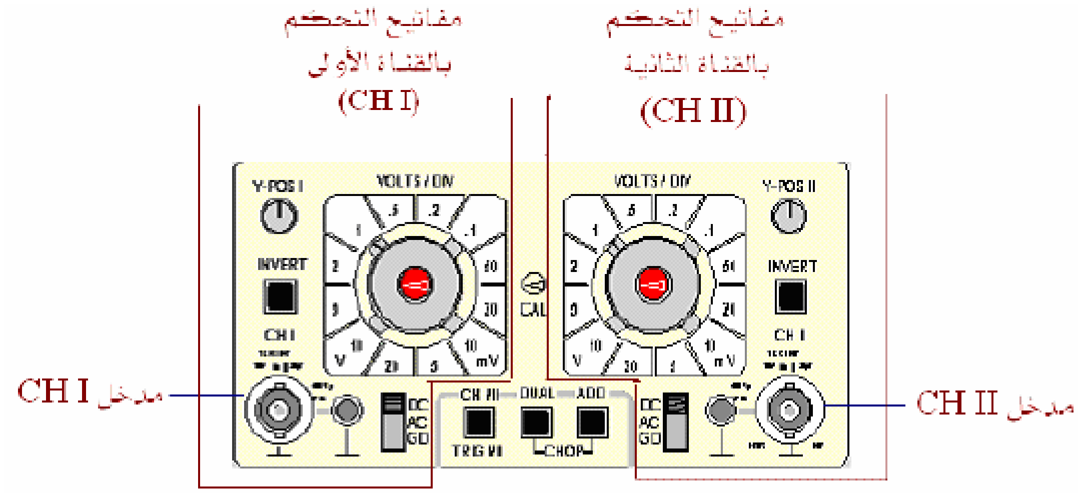
يتم تحريك هذا المفتاح على حسب نوعية الفولت سواء كان جهداً متردداً أو مستمراً ، أما الخيار الثالث فيستخدم في حالة ضبط الجهاز كما هو موضح بالشكل (١٣- ٩) .



الشكل (١٣ - ٩) . مفتاح اختيار (DC/AC/GND).

✓ مداخل الجهاز (CH.I / CH.II) :

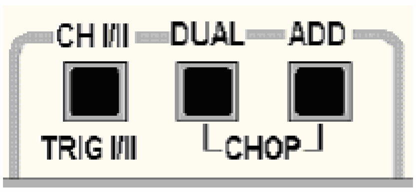
يمكن استخدام معظم أجهزة الأوسيليسكوب لإظهار إشارتين في نفس الوقت ويتطلب لذلك وجود مخلين للجهاز ، ولذلك صمم الجهاز بحيث يمكن إظهار إحدى الموجات على القناة الاولى (CH.I) بينما تظهر الإشارة الأخرى على القناة الثانية (CH.II) كما هو موضح بالشكل (١٣ - ١٠) .



الشكل (١٣ - ١٠) . مفتاح التحكم في القناه (١) والقناه (٢)

✓ المفاتيح (CH I/II – DUAL – ADD) :

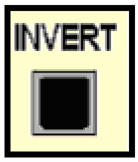
ويتم عن طريق المفاتيح الموضحة بالشكل (١٤ – ١) التحكم في إظهار الإشارات ، فعن طريق المفاتيح (CH.I / II) اختيار أي من الإشارتين سوف يظهر على شاشة الراسم ، بينما لو ضغطنا على المفتاح (DUAL) فسوف يتم إظهار كلاً من الإشارتين في نفس الوقت ، وأخيراً يقوم المفتاح (ADD) بجمع الإشارتين وإظهارها في صورة إشارة واحدة .



الشكل (١٤ - ١) . مفتاح التحكم في أختيار القنوات

✓ المفتاح (**INVERT**) :

أما بالنسبة للمفتاح (INVERT) والموضح بالشكل (١٤ – ٢) فيقوم بعكس الإشارة المدخلة فتظهر على الشاشة معكوسة .

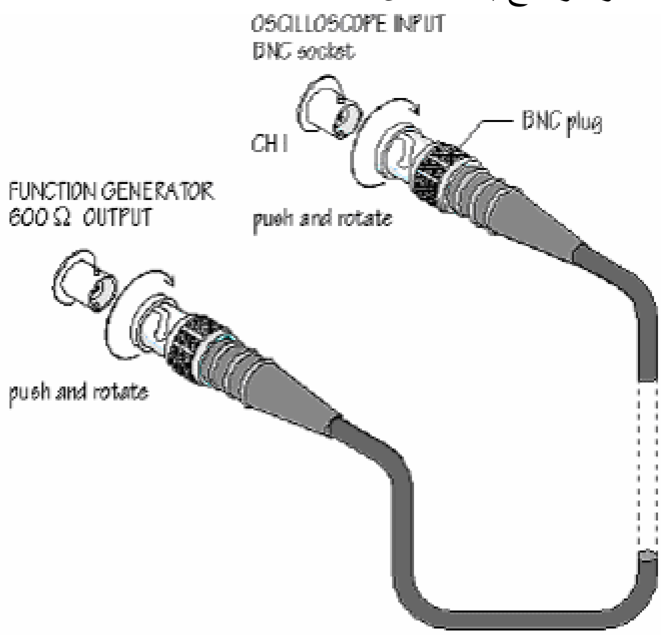


الشكل (١٤ - ٢) . المفتاح العاكس .

كيفية توصيل جهاز الراسم مع مصادر الإشارات :

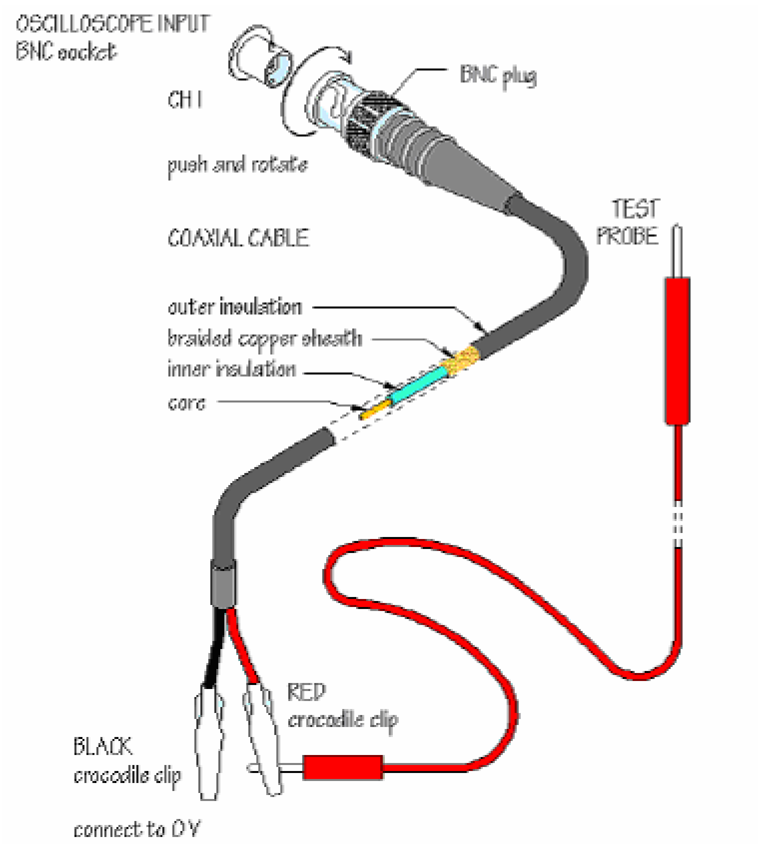
يستخدم للتوصيل بين جهاز الأوسيليسكوب وبين مصدر الإشارة توصيلات خاصة تسمى مجسات (Probes) وهي تأتي بأشكال متعددة حسب استعماله ، فعلى سبيل المثال :

إذا كنا سنربط الأوسيليسكوب بجهاز يصدر الإشارات فإننا نستخدم المجس ذو الرأسين من نوع BNC-BNC حيث نربط أحد الأطراف بمدخل الإشارة في الأوسيليسكوب والطرف الآخر بمخرج جهاز مصدر الإشارات كما هو موضح بالشكل (١٤ – ٣)



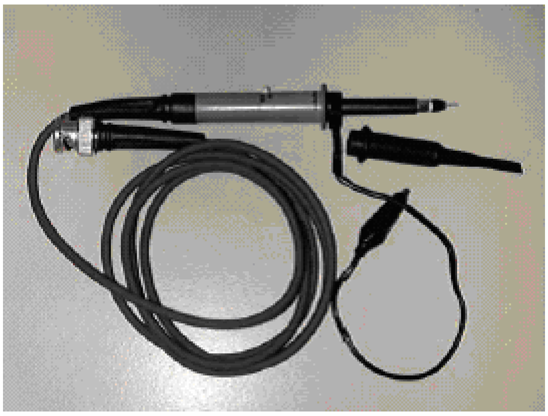
الشكل (١٤ - ٣)

أما إذا كنا سنستعمل الأوسيليسكوب لرؤية الإشارات الصادرة في مواقع معينة من دائرة ما فيستحسن أن نستعمل مجساً يتكون من طرف BNC والطرف الآخر عبارة عن رأسي تمساح إحداهما باللون الأحمر ويوصل مع الطرف الموجب للإشارة والأخر باللون الأسود ويوصل مع الطرف السالب للإشارة ، كما يمكن استخدام توصيله مساعدة في حالة ما إذا كانت النقطة المراد قياس الإشارة عليها صغيرة أو توجد في مكان يصعب الوصول إليه بالتوصيلات العادية كما هو موضح بالشكل (١٤- ٤) .



الشكل (١٤ - ٤) . مجس طرف BNC وطرف رأسي تمساح

في حالة الترددات العالية يفضل استخدام نوع خاص من المجسات ذو حساسية عالية ونسبة خطاء صغيرة مثل الموضح في الشكل (١٤- ٥) .



الشكل (١٤ - ٥) . مجس خاص بالترددات العالية .

قبل أن يستخدم جهاز الأوسيليسكوب لعمل القياسات يجب عمل (SETUP) له ، أي يجب تجهيز الجهاز لعملية القياس ويتم ذلك باتباع الخطوات التالية :

١) **الخطوات قبل تشغيل الجهاز :** يجب التأكد من أن جميع المفاتيح التي تعمل بالضغط على الوضع (OUT) كما هو موضح بالشكل (١٤- ٦ – أ) .

يجب التأكد من أن جميع المفاتيح التي تعمل بالسحب على وضع (UP) كما هو موضح بالشكل (١٤- ٦ – ب) .

يجب التأكد من أن جميع المفاتيح التي تعمل بالحركة الدائرية من اليمين إلى اليسار أو العكس في وضع المنتصف كما هو موضح بالشكل (١٤- ٦ – ج)

يجب التأكد من أن جميع المفاتيح التي تستخدم للمعايرة وتتميز باللون الأحمر وتعمل بالحركة الدائرية كالمفتاح الموجود على مفتاح التحكم بمقياس المحور الأفقي أو العمودي، أن تكون على الوضع (CAL) كما هو موضح بالشكل (١٤- ٦ – د) .



الشكل (١٤ - ٦) كيفية وضع المفاتيح في حالة (SETUP)

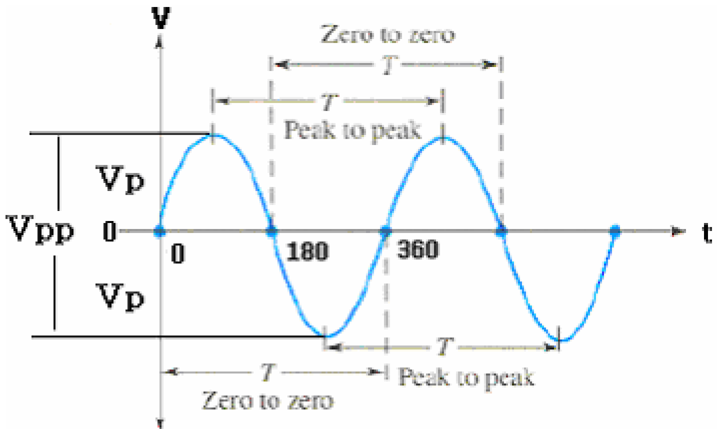
٢) **خطوات بعد التشغيل :**

- ✓ بعد تشغيل الجهاز يجب الانتظار حتى يظهر الخط الضوئي عل الشاشة .
- ✓ نحدد القناة التي سوف تدخل عليها الإشارة عن طريق مفاتيح التحكم في اختيار القنوات كما في الشكل (١٤- ١) .
- ✓ نضع المفتاح السحاب الموجود ضمن مفاتيح التحكم في القناة والمشار إليه في الشكل (١٣ - ٩) على وضع الأرضي (GND) .
- ✓ باستخدام المفاتيح التي تتحكم في شكل الخط الظاهر على الشاشة من حيث شدة الإضاءة أو السماكة نقوم بضبط الخط بحيث يكون ظاهر بشكل جيد .
- ✓ نقوم بعد ذلك بتحديد الموقع المناسب للخط على الشاشة وذلك باستخدام المفاتيح (X-POS ، Y- POS) .
- ✓ بعد ذلك يتم تحريك المفتاح من الوضع (GND) إلى الوضع (DC) أوالوضع (AC) على

حسب نوع الإشارة المطلوب عمل القياسات عليها .

بعد إتمام الخطوة الأخيرة يصبح الجهاز جاهزاً لعملية القياس وما علينا بعد ذلك سوى أخذ القراءات ولكن السؤال الآن كيف نقوم بأخذ القراءات على الراسم ؟

يسمى تغير الجهد من (0° إلى 180°) بنصف الموجة الموجبة ومن (180° إلى 360°) بالموجة السالبة وتتكون الدورة الكاملة من نصف موجب ونصف سالب، والشكل (١٤ – ٧) يبين ذلك .



الشكل (١٤ - ٧) . يبين الإشارة الجيبية

تعريفات للاشارة الجيبية:

القيمة العظمى (Vmax) : وهي أقصى قيمة موجبة يمكن أن تصل إليها الإشارة الكهربائية.

القيمة الصغرى (Vmin) : وهي أقل قيمة سالبة يمكن أن تصل إليها الإشارة الكهربائية.

فولتية القيمة العظمى (VP) : وهي أقصى قيمة يمكن الوصول إليها سواء كانت أعلى أو أسفل خط الصفر .

فولتية القيمة العظمى عظمى (Vp.p) : وهي ضعف القيمة العظمى ($Vp.p = 2Vp$).

فولتية القيمة الفعالة (Vrms) : وهي التي يمكن قياسها مباشرة بواسطة جهاز القياس $Vrms = \frac{Vp}{\sqrt{2}}$

إن الزمن الدوري (فترة الذبذبة) والتي يرمز لها بالرمز (T) تعرّف بالزمن اللازم لاتمام دورة كاملة من (0° إلى 360°) .ويقاس الزمن الدوري للموجة بالثانية (S) أومضاعفات الثانية ويمكن قياس الزمن الدوري بين النقطتين W و X وبين النقطتين Y و Z أو بين أي نقطتين تحتويان على دورة كاملة من التغيرات. ولحساب طول الموجة(الزمن الدوري للموجة T) من الراسم الكهربائي يمكن تطبيق القانون العملي وهو :

طول الموجة (T) = عدد المربعات على المحور الأفقي للإشارة الواحدة X قيمة مفتاح الزمن

كيفية حساب التردد للاشارة:

يمكن حساب التردد للاشارة بواسطة العلاقة الرياضية التالية : $F = \frac{1}{T}$

والتردد هو عدد الدورات في الثانية. ويرمز له بالرمز F ووحدته الهيرتز ويرمز له Hz ويمكن معرفة العلاقة بين الزمن والتردد من القانون . $F = \frac{1}{T} Hz$

مثال: الموجة التي يبلغ زمنها 2µs ($2 \times 10^{-6} s$) يكون لها تردد تبلغ قيمته.

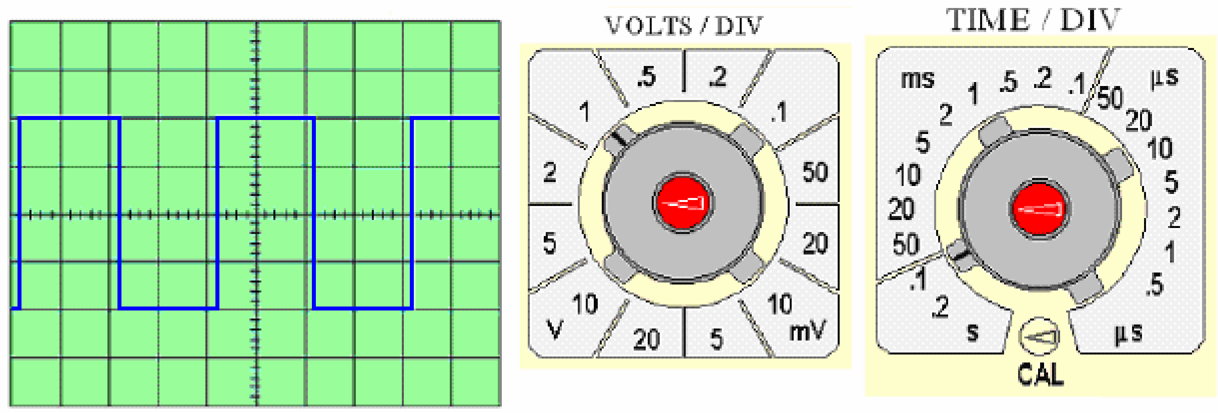
$$F = \frac{1}{2 \times 10^{-6}} = 0.5 \times 10^{-6} \, Hz = 500000 \, Hz = 500 \, KHz$$

كيفية حساب الجهد للاشارة :

يمكن قياس الجهد للإشارة الجيبية أو غيرها بواسطة راسم الإشارة من خلال القانون العملي وهو

قيمة الجهد العظمى عظمى (Vp.p) = عدد المربعات على المحور العمودي X قيمة مفتاح الجهد

مثال : من خلال الشكل (١٤- ٨) أوجد مايلي : القيمة العظمى عظمى (VP.P) القيمة عظمى (VP) والزمن الدوري (T) .



الشكل (١٤ - ٨)

الحل : من الشكل (١٤ – ٨) يتضح أن عدد المربعات في الاتجاه الأفقي لموجة كاملة يساوي ٤ مربعات (4 cm). ومفتاح الزمن (TIM/Div) موضوع على (0.1 S / cm). لذا نطبق قانون .

طول الموجة (T) = عدد المربعات على المحور الأفقي للإشارة الواحدة X قيمة مفتاح الزمن

طول الموجة (T) = 0.1 S X 4 cm

طول الموجة (T) = 0.4 (s)

من الشكل يتضح أن عدد المربعات في الاتجاه العمودي يساوي (4cm) . كما أن مفتاح الجهد موضوع على (1V / cm) وبالتالي نجد أن :

قيمة الجهد العظمى عظمى (Vp.p) = عدد المربعات على المحور العمودي X قيمة مفتاح الجهد

قيمة الجهد (VP.P) = 1V X 4 cm

قيمة الجهد (VP.P) = 4 V

قيمة الجهد (VP) = نصف عدد المربعات العمودية للاشارة الواحدة X مفتاح الجهد

قيمة الجهد (VP)= 1V X 2 cm

قيمة الجهد (VP.P) = 2 V

يعبأ هذا النموذج من قبل المتدرب

راسم الذبذبات

الجدارة : جهاز الراسم الكهربائي وتطبيقاتة داخل المختبر .

اسم المتدرب/ - - - - - - - - - - - - - - - -	التاريخ / - - - - - - -
رقم المتدرب / - - - - - - - -	المحاولة ١ ٢ ٣ ٤
العلامة / - - - - - - - -	
كل بند يقيم بـ ٢٥ نقطة	الحد الأدنى لدرجة المتدرب ٨٠ ٪
درجة المتدرب / - - - - - - -	الحد الأعلى لدرجة المتدرب ١٠٠ ٪

بند التقييم	النقاط
✓تطبيق قواعد تعليمات السلامة داخل الورشة.	
✓معرفة نظرية عمل الراسم ببساطة ودراسة الموجة الجيبية .	
✓معرفة المكونات الداخلية للراسم الكهربائي .	
✓معرفة عمل أجزاء الراسم .	
✓معرفة كيفية حساب الزمن والجهد (Vrms ، Vm) .	
✓عرض إشارة وعمل القياسات عليها .	

المراجع

م	اسم الكتاب	المؤلف	ترجمة	الطبعة
١	دليل الدوائر الإلكترونية	مايكل تولي		الأولى ١٩٩٠م
٢	الإلكترونيات في خدمة التطبيقات الكهربائية	نويل م . موريس	د/ سميرة رستم	١٩٧٨م
٣	المقيسة والقياسات الكهربائية	د/ أسعد عبدالمجيد الأوسي	-----	١٩٩٢م
٤	مبادئ الإلكترونيات	Albert paul malvino	م/ محمد بشار كعدن	٢٠٠٠م
٥	الإلكترونيات التناظرية	م/ فوزي العيسى م/ إبراهيم الفار	-----	٢٠٠٣م
٦	دوائر عملية لأجهزة الفحص والقياس	م/ أحمد عبدالمتعال م/ حمدى متولى	-----	الأولى٢٠٠٢م
٧	القياسات وأجهزة القياس الكهربائية	م/ أحمد شافعي	-----	---
٨	قياسات أجهزة (عملي)	------	-----	٢٠٠٣م
٩	دوائر إلكترونية (عملي)	------	-----	٢٠٠٣م

الوحدة	الفصل الدراسي الأول الموضوع	رقم الصفحة
	المقدمة	
▪ الوحدة الأولى	دوائر المكبرالعمليات (التشغيلي) المكبر العاكس المكبر غير العاكس المكبر الجامع المكبر الفرقي (الطارح) المقارن مقوم التيار مولد الإشارة المرشحات	٢ ١٢ ١٦ ٢٦ ٣٢ ٣٣ ٣٦ ٤٠ ٥٠
▪ الوحدة الثانية	مولدات الإشارة بواسطة المذبذب المذبذبات الجيبية مذبذب (LC) مذبذب هارتلي	٦٠ ٦٣ ٦٧ ٦٩
▪ الوحدة الثالثة	المؤقتات بارمترات النبضة المؤقتات الزمنية (٥٥٥)	٧٨ ٧٩ ٨١
▪ الوحدة الرابعة	منظمات الجهد ثلاثية الأطراف منظمات معززة للتيار منظمات معززة للجهد منظم جهد تغذية (V٥+)	٩٩ ١٠٤ ١٠٥ ١١٠

الباب	الفصل الدراسي الثاني الموضوع	رقم الصفحة
■ الوحدة الخامسة	دوائر الحساسات	١١٤
	الحواس البشرية	١١٥
	حساس الازدواج الحراري	١٢٠
	حساسات قياس شدة الاضاءة	١٢٧
■ الوحدة السادسة	دوائر الفحص	١٤٣
	فاحص الاستمرارية	١٤٤
	فاحص الموحد	١٤٦
	فاحص الترنزستور	١٤٩
	فاحص المنطق (المسبار)	١٥٢
■ الوحدة السابعة	القياسات الكهربائية	١٥٧
	وحدة ورموز القياس	١٥٨
	الضبط والمعايرة	١٦٠
■ الوحدة الثامنة	أجهزة القياس الثماثلية والرقمية	١٦٨
	كيفية استخدام اجهزة القياس	١٧٤
	الشاشة الرقمية	١٧٦
■ الوحدة التاسعة	راسم الذبذبات الكهربائي	١٨٥
	مكونا واجزء راسم الذبذبات	١٨٦
	حساب الجهد والزمن من راسم الذبذبات	١٩٤
■ المراجع	كتب	١٩٧